



**KERNFORSCHUNGSANLAGE JÜLICH GmbH**

Zentrallabor für Elektronik

**Zusammenfassende Dokumentation  
des Laborautomatisierungssystems RADAR  
für die Analytik einer  
Kernbrennstoff-Wiederaufarbeitungsanlage**

von

G. Brandenburg, W. Brocke, B.-G. Brodda, K. Bürger,  
H. Halling, H. Heer, K. Pütz, W. Schädlich, K.-H. Watzlawik

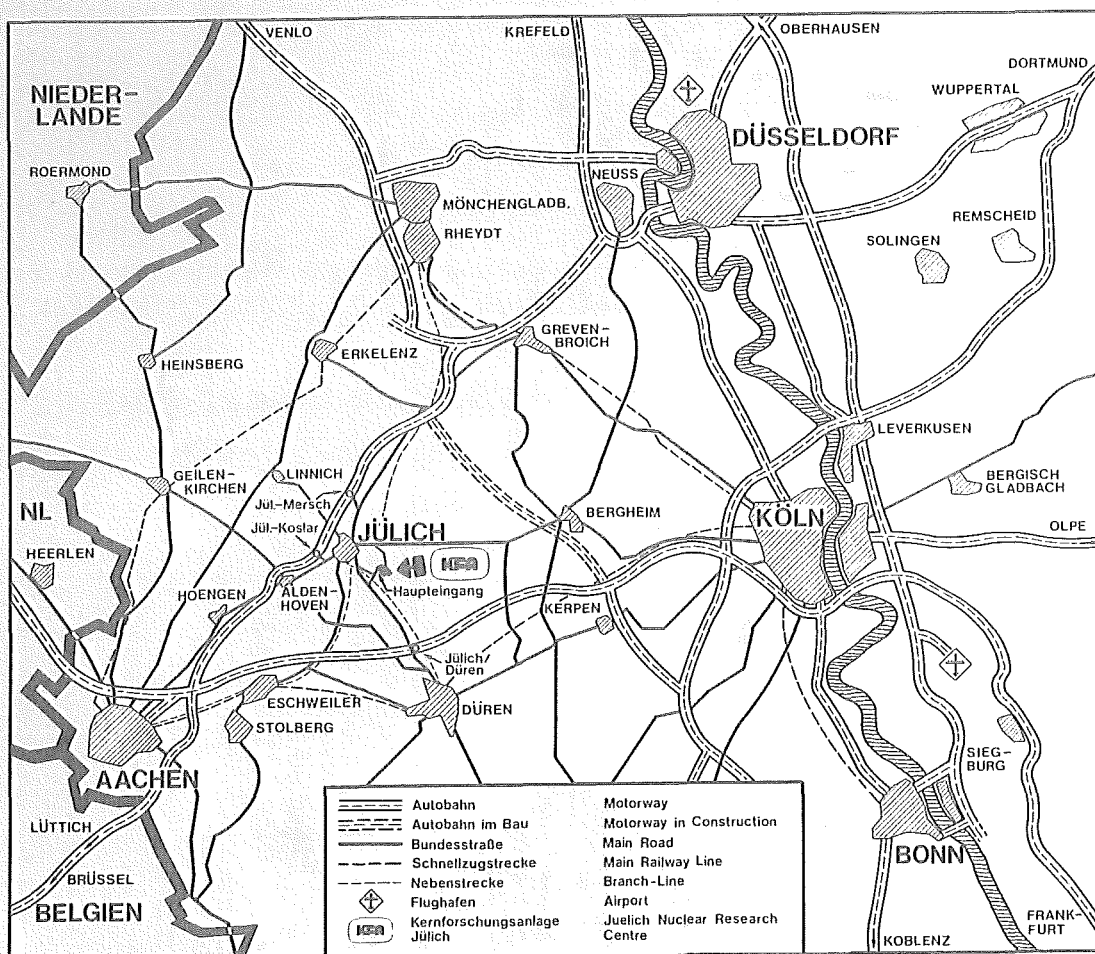
Editor

K.-H. Watzlawik

**Jül - 1749**

**Dezember 1981**

ISSN 0366-0885



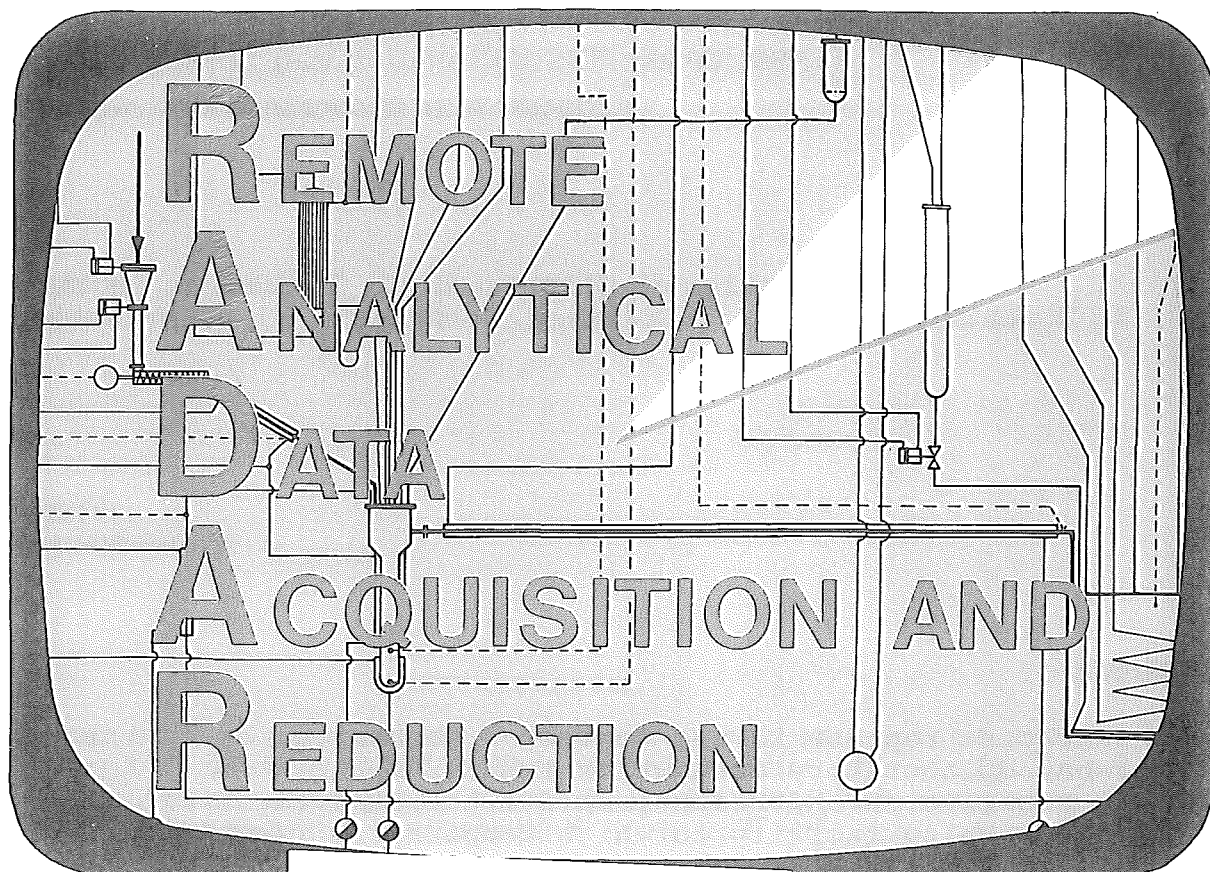
Als Manuskript gedruckt

**Berichte der Kernforschungsanlage Jülich - Nr. 1749**

Zentrallabor für Elektronik

Jül - 1749

Zu beziehen durch: ZENTRALBIBLIOTHEK der Kernforschungsanlage Jülich GmbH  
Postfach 1913 · D-5170 Jülich (Bundesrepublik Deutschland)  
Telefon: (0 24 61) 610 · Telex: 8 33 556 kfa d



**Zusammenfassende Dokumentation  
des Laborautomatisierungssystems RADAR  
für die Analytik einer  
Kernbrennstoff-Wiederaufarbeitungsanlage**

**von**

**G. Brandenburg, W. Brocke, B.-G. Brodda, K. Bürger,  
H. Halling, H. Heer, K. Pütz, W. Schädlich, K.-H. Watzlawik**

**Editor  
K.-H. Watzlawik**

SUMMARIZING DOCUMENTATION OF THE LABORATORY AUTOMATION  
SYSTEM RADAR FOR THE ANALYTICAL SERVICES OF A  
NUCLEAR FUEL REPROCESSING FACILITY

by  
G. Brandenburg, W. Brocke, B.-G. Brodda, K. Bürger,  
H. Halling, H. Heer, K. Pütz, W. Schädlich, K.-H. Watzlawik

Editor  
K.-H. Watzlawik

ABSTRACT

This report represents the condensed documentation of the computer-based laboratory automation system RADRAR (Remote AnalYTical Data Acquisition and Reduction) for the analytical laboratory of a reprocessing facility for high temperature reactor fuel elements.

The essential tasks of the system are on-line open-loop process control based on in-line measurements and automation of the off-line analytical laboratory. The in-line measurements (at 55 tanks of the chemical process area) provide density-, liquid-, level-, and temperature values. The concentration value of a single component may easily be determined, if the solution consists of no more than two phases. The automation of the off-line analytical laboratory contains laboratory organization including sample management and data organization and computer-aided sample transportation control, data acquisition and data processing at chemical and nuclear analytical devices.

The computer system consists of two computer-subsystems: a front end system for sample central registration and in-line process control and a central size system for the off-line analytical tasks.

The organization of the application oriented system uses a centralized data base. Similar data processing functions concerning different analytical management tasks are structured into the following subsystem: man machine interface, interrupt- and data acquisition system, data base, protocol service and data processing. The procedures for the laboratory management (organization and experiment sequences) are defined by application data bases.

Following the project phases, engineering requirements-, design-, assembly-, start up- and test run phase are described. In addition figures on expenditure and experiences are given and the system concept is discussed.

ZUSAMMENFASSENDE DOKUMENTATION DES LABORAUTOMATI-  
SIERUNGSSYSTEMS RADAR FÜR DIE ANALYTIK EINER  
KERNBRENNSTOFF-WIEDERAUFARBEITUNGSANLAGE

von

G. Brandenburg, W. Brocke, B.-G. Brodda, K. Bürger,  
H. Halling, H. Heer, K. Pütz, W. Schädlich, K.-H. Watzlawik

Editor  
K.-H. Watzlawik

KURZFASSUNG

Der vorliegende Bericht stellt die zusammenfassende Dokumentation des rechnerunterstützten Laborautomatisierungssystems RADAR (Remote Analytical Data Acquisition and Reduction) für die Analytik einer Wiederaufarbeitungsversuchsanlage von HTR-Brennelementen dar.

Schwerpunkte des Systems sind on-line open-loop Prozeßkontrolle bezüglich der in-line Messungen und Automatisierung der off-line Analytik. Zu den in-line Messungen gehören konventionelle Bestimmungen von Dichte, Füllstand, Temperatur und gegebenenfalls der Konzentration einer Komponente an 55 Behältern des chemischen Prozeßbereichs. Die Automatisierung der off-line Analytik umfaßt die Laborverwaltung mit Probenmanagement und Datenorganisation sowie eine hierarchische Rechnerunterstützung von Analysenständen der chemischen und kernphysikalischen Analytik bezüglich Probenzuführung, Steuerung, Datenerfassung und Auswertung.

Das Rechnersystem besteht aus zwei gekoppelten Prozeßrechnern, dem Front-End-Rechner PDP-11/10 zur Probenregistrierung und in-line Prozeßkontrolle sowie dem Zentralrechner PDP-11/40 für Aufgaben der off-line Analytik.

Das Anwendersystem besitzt eine zentrale Organisationsform und wird aus zentral verwalteten sachorientierten Dateien versorgt. Ähnliche Datenverarbeitungsoperationen unterschiedlicher Verwaltungsprozesse der Analytik sind zu den Teilsystemen Bedienung, Unterbrechungs- und Meßwerterfassungssystem, Datenorganisation, Protokollierung und Auswertung zusammengefaßt. Der funktionelle Ablauf des Routinebetriebs (Analysenorganisation, Analysenablauf) wird in den Anwenderdateien experimentergerecht festgelegt.

Ausgehend von der Systemanalyse werden die Projektphasen Entwurf, Systemerstellung, Implementierung, Inbetriebnahme und Systemerprobung beschrieben. Zusätzlich folgt eine Darstellung des Aufwandes, der Betriebserfahrungen sowie eine kritische Betrachtung des Systemkonzepts.



## INHALTSVERZEICHNIS

### Seite

1.	Einleitung und globale Problemstellung	1
2.	Systemanforderungen	3
3.	Systemkonzept	6
4.	Struktur des Laborautomatisierungssystems	13
5.	<u>Datenverarbeitungssystem</u>	21
5.1	Konfiguration des Datenverarbeitungssystems	28
5.1.1	Hardwarekonfiguration	28
5.1.1.1	Interface-Hardware im Prozeßbereich	32
5.1.1.2	Interface- und Experimenthardware im Analytikbereich	34
5.1.1.2.1	Probenidentifizierungssystem	37
5.1.1.2.2	Probenmagazinierung	39
5.1.2	Übersichtsdarstellung der Softwarekonfiguration	41
5.2	Subsystem für in-line Messungen und Probenregistrierung (PDP-11/10)	45
5.2.1	Aufbau der Kampagneliste - Behälterkontrolle	51
5.3	Zentralsystem der off-line Analytik (PDP-11/40)	53
5.3.1	Struktur des Anwendersystems	55
5.3.2	Dateienstruktur	61
5.3.3	Bedienungssystem	87
5.3.4	Interrupt- und Meßwerterfassungssystem	94
5.3.5	Datenorganisationssystem	96
5.3.6	Protokollsystem	99
5.3.7	Auswertesystem	100

	Seite
6. <u>Mensch-Maschine-Kommunikation</u>	104
6.1      Aufbau und Modifizierung von Anwenderdateien	107
6.1.1      Experimentdateien	107
6.1.1.1      Definition von Experimentnahmen und der Anzahl von Analysenprogramme pro Experiment	108
6.1.1.2      Aufbau und Modifizierung von Analysenprogram- men	108
6.1.1.3      Eingabe und Modifizierung experimentspezifi- scher Koeffizienten	115
6.1.2      Prozeß- und Kampagnedateien	116
6.1.2.1      Festlegung von Zapfstellen und Chargen	116
6.1.2.2      Zuordnung Zapfstelle-Experiment-Analysen- programm	120
6.1.2.3      Definition zapfstellenabhängiger Koef- fizienten	122
6.1.3      Organisationsdateien	122
6.1.3.1      Definition lesestationsabhängiger Parameter	124
6.1.3.2      Festlegung von Parametern zur Volumenkorrektur	129
6.1.3.3      Aufbau von Meldungen des Protokollsystems	131
6.2      Informationsfluß im Routinebetrieb	135
6.2.1      Registrierung und Identifizierung von Proben	135
6.2.2      Magazinierung und Probenverteilung	140
6.2.3      Probenpräparation, Meßwerterfassung und Auswertung	144
7. <u>Experimente der off-line Analytik</u>	148
7.1      Gaschromatographie	148
7.1.1      Experimentvorbereitung	151
7.1.2      Analysenablauf	153
7.1.3      Auswertung	156
7.2      Röntgenfluoreszenzanalyse	162
7.2.1      Auswertesoftware	167
7.3      Potentiometrische Titration	171
7.4      Experimente der kernphysikalischen Analytik	177
7.4.1      Probenvorbereitung (Ionisationskammer- messung)	177



7.4.2	Kernstrahlungsmeßmethoden	180
7.4.2.1	Gamma-Spektrometrie (GSP)	180
7.4.2.2	Gross-Gamma-Messung (GGM)	181
7.4.2.3	Gross-Beta-Messung (GBM)	181
8.	Dokumentation	182
9.	Projektabwicklung	186
9.1	Problemanalyse	186
9.2	Systementwurf	189
9.3	Systemerstellung und Inbetriebnahme	191
10.	Testbetrieb	199
11.	Vorhaben der 2. Ausbaustufe	200
12.	Betriebserfahrungen	201
13.	Literaturverzeichnis	210



## 1. EINLEITUNG UND GLOBALE PROBLEMSTELLUNG

Der vorliegende Bericht umfaßt eine Dokumentation über das rechnerunterstützte Laborautomatisierungssystem RADAR (Remote Analytical Data Acquisition and Reduction). Dieses System resultiert aus der im Jahre 1974 in der Kernforschungsanlage Jülich in Zusammenarbeit des ICT und ZEL begonnenen Entwicklung eines Analytiklabors, das in geeigneter Weise eine THTR-Wiederaufarbeitungs-Versuchsanlage unterstützen kann.

Die Systemkonzeption orientiert sich an den analytischen Leistungen für den chemischen Prozeßteil der JUPITER-Anlage /1/ mit einem Durchsatz von 2 kg Th-/U-Oxid pro Tag. Der chemische Prozeßteil dieser Anlage umfaßt die Komponenten:

- Auflösung der Schwermetallasche in Thorexreagenz,
- Speiselösungseinstellung,
- Solventextraktion der Brennstofflösung mit TBP/Dodekan, sowie den Einrichtungen zur
- Salpetersäure-Rückgewinnung und
- Solventwäsche.

Die Bestückung erlaubt, sieben Prozeßvarianten (Extraktions-schemata) des Thorexprozesses /2,3,4/ durchzuführen. Charakteristisch für diesen Prozeß ist der Kampagnebetrieb, wobei einer Kampagne eine Prozeßvariante mit vorgegebenem Fließschema sowohl bezüglich der Behälterbelegung als auch der Sollwerte einzelner Komponenten in den Prozeßströmen zugeordnet ist.

Während einer Kampagne wird der naßchemische Prozeß in Chargen quasikontinuierlich durchgeführt.

Da die Brennstofflösung eine Spaltprodukt-Radioaktivitätskonzentration bis zu 2000 Ci/l besitzen kann, läuft der Prozeß fernbedient ab. Mit Ausnahme der Medienversorgung (Make-up-Bereich) ist die Anlage in abgeschirmten heißen Zellen untergebracht.

Die zur Aufrechterhaltung des Prozesses erforderlichen Meßaufgaben werden in der Prozeßwarte und Analytik durchgeführt.

Während in der Prozeßwarte die fernbediente Prozeßführung und Anlagenüberwachung erfolgt, besteht die Aufgabe der Analytik darin, durch gezielte Messungen an signifikanten, durch das Fließschema der Prozeßvariante vorgegebenen Stellen des Prozeßteils Informationen über den qualitativen und quantitativen Prozeßablauf (Prozeßkontrolle) sowie die während einer Kampagne umgesetzten Materialmengen (Materialbilanzierung) zu liefern.

Im Bereich der Analytik erfolgt eine globale Teilung der Aufgaben in in-line und off-line Messungen.

Zu in-line Messungen, die unmittelbar in den Prozeßströmen kontinuierlich durchgeführt werden, gehören generell neben den konventionellen Bestimmungen von Meßgrößen wie Durchfluß, Dichte, Füllstand und Temperatur an Behältern des radioaktiven Prozeßteils, spezielle in-line-Messungen zur Schwermetallkonzentrationsbestimmung mittels  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -Monitoren, nicht-dispersiver Röntgenfluoreszenzmessung, Photometer bzw. Dichte-Leitfähigkeitsmessung. Charakteristisch für diese Messungen sind hohe Verfügbarkeit, kurze Meßzeit, jedoch, soweit derzeit bekannt, reduzierte Genauigkeit.

Der off-line Betriebsanalytik obliegen diskontinuierliche Messungen an repräsentativen Proben aus den Prozeßströmen mit zwar geringerem Durchsatz, jedoch erhöhter Meßgenauigkeit. Hierzu zählen Meßmethoden zur Konzentrationsbestimmung von Komponenten in wässrigen und organischen Prozeßlösungen wie Titration, Röntgenfluoreszenzanalyse, Gaschromatographie, Fluoridbestimmungen, weiter Kernstrahlungsmeßmethoden zu Gesamt- oder Einzelnuklidradioaktivitätsbestimmungen wie Gross- $\beta$ -, Gross- $\gamma$ -Messungen und  $\gamma$ -Spektrometrie sowie Produktspezifikationsmethoden wie Emissionsspektroskopie und Massenspektrometrie.

Da zur Zeit außer den konventionellen in-line Messungen keine hinreichend im heißen Betrieb erprobte in-line Instrumentierung für die Prozeßkontrolle der Wiederaufarbeitung vorliegt, obliegt der off-line Betriebsanalytik der Schwerpunkt an analytischen Leistungen mit hohem Probandurchsatz und kurzen Bearbeitungszeiten.

Neben der Erfassung und Auswertung oft umfangreicher Meßdaten einzelner analytischer Verfahren umfaßt der Betrieb eines analytischen Laboratoriums eine Vielzahl komplexer Verwaltungsaufgaben und Fertigungsprozesse bei der Probenhandhabung /5,6/. Die Verwaltungsaufgaben erstrecken sich über die gesamte Leistungskette des Laboratoriums, beginnend bei der Arbeitsvorbereitung und Auftragsannahme über Registrierung, Lagerung, Verteilung und Vorbereitung von Proben, deren Analyse - einschließlich Bewertung der Prüfergebnisse - deren Verknüpfung und Archivierung bis zur Übermittlung des Analysenprotokolls.

Da nicht zuletzt von der Funktionsfähigkeit des Analytikbetriebes die Verfügbarkeit der Gesamtanlage abhängt, ist eine ausgereifte Entwicklung von Meßmethoden und eine zuverlässige Lösung der Organisation der off-line Analytik von besonderer Bedeutung.

## 2. SYSTEMANFORDERUNGEN

Das Laborautomatisierungssystem RADAR umfaßt alle analytischen Leistungen für den chemischen Prozeßteil der Wiederaufarbeitung von HTR-Brennelementen /7/. Aufgaben der Prozeßwarte, Meß- und Steuerungsaufgaben im Bereich des Head-End sind in das System nicht einbezogen.

Die Auslegung der Analytik erstreckt sich schwerpunktmäßig auf den Bereich der off-line Analytik sowie auf konventionelle in-line Messungen an Behältern des chemischen Prozeßteils.

Zu den in-line Messungen gehören die Bestimmungen von Dichte, Füllstand und Temperatur an 55 Behältern im radioaktiven Prozeßbereich. Die off-line Analytik wird mit Proben aus 210 Zapfstellen versorgt, davon sind 40 an Auf-fangbehältern und 160 an den Kammern der Mixer-Settler des radioaktiven Prozeßbereichs, 10 an den inaktiven Behältern der Medienversorgung angeordnet.

Der off-line Analytik obliegen folgende Aufgaben:

- Probenmanagement mit den Teilbereichen Registrierung, Magazinierung und Verteilung der Proben innerhalb der Laboratorien,
- Probenvorbereitung mit analysenspezifischer Präparation, Registrierung der Präparate sowie Zuführung der Meßpräparate zum Analysenstand,
- Analysendurchführung, d. h. Steuerung des Analysenablaufs, Datenerfassung und -auswertung,
- Datenorganisation, die die Daten gelieferter Proben während ihrer gesamten Lebensdauer bezüglich Herkunft, Zwischenergebnisse und durchgeführter Analysen dokumentiert und zuordnet,
- Ergebnisspeicherung mit dem Ziel einer zentralen Auswertung aller signifikanten in-line und off-line Daten für Zwecke der Prozeßkontrolle, Materialbilanzierung und Archivierung.

Zusätzlich zu den prozeßorientierten Anforderungen entfallen auf die Analytik folgende Kontrollaufgaben:

- Eichung und Nacheichung der in-line Meßstellen,
- Eichung der Analysenapparaturen und Kennliniennachführung während des Betriebes,
- Qualitätskontrolle von Präparation und Analysenapparat für alle off-line Analysenmethoden.

Ein generelles Problem bei der Prozeßkontrolle der Wiederaufarbeitung ist die hohe Radioaktivität an nahezu allen Meßpunkten, woraus für fast alle Meßverfahren eine Handhabung der Proben und Meßapparaturen unter Beachtung von strahlenschutztechnischen Maßnahmen resultiert, wie

- Unterbringung der Meßapparaturen in abgeschirmten Boxen,
- Fernbedienbarkeit,
- einfachste Wartung,
- möglichst störungsfreier Betrieb.

Alle der Kontamination unterliegenden Steuerungs- und Handhabungssysteme, insbesondere elektronische Bauteile, müssen eine gute Strahlenresistenz aufweisen.

Im Bereich der off-line Analytik werden folgende Meßmethoden (weiter als Experimente bezeichnet) eingesetzt:

- Titrationsmethoden (TIT) zur Konzentrationsbestimmung von U, Th und freier Säure,
- Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) zur Konzentrationsbestimmung von U, Th, Fe, Al und anderen Elementen,
- Gaschromatographie (GC) zur Kontrolle des organischen Extraktionsmittels,
- Fluoridbestimmung kalt und heiß (FLK, FLH) in THOREX-Reagenz und anderen Strömen der  $\text{HNO}_3$ -Rückgewinnungsanlage,
- Produktspezifikationsmethoden (PSP) wie Emissionsspektroskopie und Massenspektrometrie,
- Kernstrahlungsmeßmethoden wie Ionisationskammermessungen (ION), Gross- $\beta$ - und Gross- $\gamma$ -Messungen (GBM, GGM) und  $\gamma$ -Spektrometrie (GSP), die zur Gesamt- oder Einzelnuclidradioaktivitätsbestimmung dienen und nach Korrelation mit anderen Meßwerten zur Ermittlung der durch die Solventextraktion erreichten Dekontaminationsfaktoren herangezogen werden.

Pro Kampagne wurden etwa 250 heiße und kalte Prozeßproben erwartet. Durch Subproben, Parallel- und Standardmessungen ergeben sich Vervielfachungen, die zu insgesamt rund 8500 Messungen pro Kampagne führen.

Dieser Umfang an analytischen Leistungen sowie die daraus resultierenden organisatorischen Aufgaben lassen sich rationell nur durch einen weitgehend automatisierten, rechnerunterstützten Analytikbetrieb realisieren.

### 3. SYSTEMKONZEPT

Das Konzept des rechnerunterstützten Laborautomatisierungssystems RADAR beruht auf den Schwerpunkten:

- on-line open-loop Prozeßkontrolle bezüglich der in-line Messungen,
- rechnerunterstützte Automatisierung der off-line Analytik.

Da bisher keine Erfahrungen mit rechnerunterstützter Prozeßkontrolle der Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen im allgemeinen und insbesondere von HTR-Brennelementen vorliegen, wird die Grenze des Systems bei der Bewertung von Prozeßzuständen gezogen; eine closed-loop Rückwirkung auf den Prozeß erfolgt nicht.

Die on-line open-loop Prozeßkontrolle bezüglich der in-line Messungen umfaßt konventionelle Bestimmungen von Dichte, Füllstand nach der Einperlmethode /8,9/ und der Temperatur mittels Widerstandsthermometern an 55 Behältern des chemischen Prozeßteils. Diese Meßwerte werden in Form eingepprägter Stromsignale von einem Front-End-Rechner (PDP-11/10) parallel zu Blattschreiberaufzeichnungen in der Prozeßwarte erfaßt, ausgewertet und protokolliert. Für die on-line Prozeßkontrolle wird die in-line Meßwert-erfassung und Auswertung entweder durch Terminaldialog oder durch Alarmsignale der an den Behältern installierten Grenzwertmelder gestartet.

Das Konzept der rechnerunterstützten Automatisierung der off-line Analytik basiert auf den Schwerpunkten /10/:



- Integration der Laborverwaltung, und zwar Probenmanagement, Datenorganisation sowie der zentralen Auswertung und Archivierung in die Datenverarbeitung,
- erweiterbare, hierarchisch organisierte Rechnerunterstützung einzelner Experimente bezüglich Probenvorbereitung, Experimentsteuerung, Datenerfassung und Auswertung.

Alle in die Datenverarbeitung integrierten Bereiche der in-line und off-line Analytik, speziell der Informations- und Datenfluß, sind in Abb. 1 dargestellt.

In die Datenverarbeitung sind folgende Bereiche der Laborverwaltung einbezogen:

- Registrierung aller aus dem Prozeß gelieferter und in der Analytik verarbeiteter Proben und Meßpräparate,
- Magazinierung und Verteilung von Prozeß- und Standardproben im Bereich der off-line Analytik,
- Analytikorganisation mit Dokumentation und Zuordnung von Daten zu Original-, Umfüllproben und Meßpräparaten während deren gesamten Lebensdauer im Labor bezüglich Herkunft, in-line Meßwerten zum Zeitpunkt der Probenahme, Probenvolumen, durchgeführter Analysen und Zwischenergebnissen,
- Aufbau und Verwaltung von Dateien zur Versorgung der Analytikorganisation mit Kampagnendaten, Analysenprogrammen und Eichdaten einzelner Experimente.

Vorgesehen ist eine Rechnerunterstützung aller in Abschnitt 2 aufgeführter off-line Experimente bezüglich:

- Präparation, mit Vergabe von Präparationsdaten und Analysenprogrammen zur fernbedienten Analysendurchführung, bei einigen Experimenten auch Steuerung von Präparationsstrecke und Analysenapparatur,
- on-line Meßwerterfassung und Auswertung der erfaßten Daten mit Ausgabe eines Analysenprotokolls,

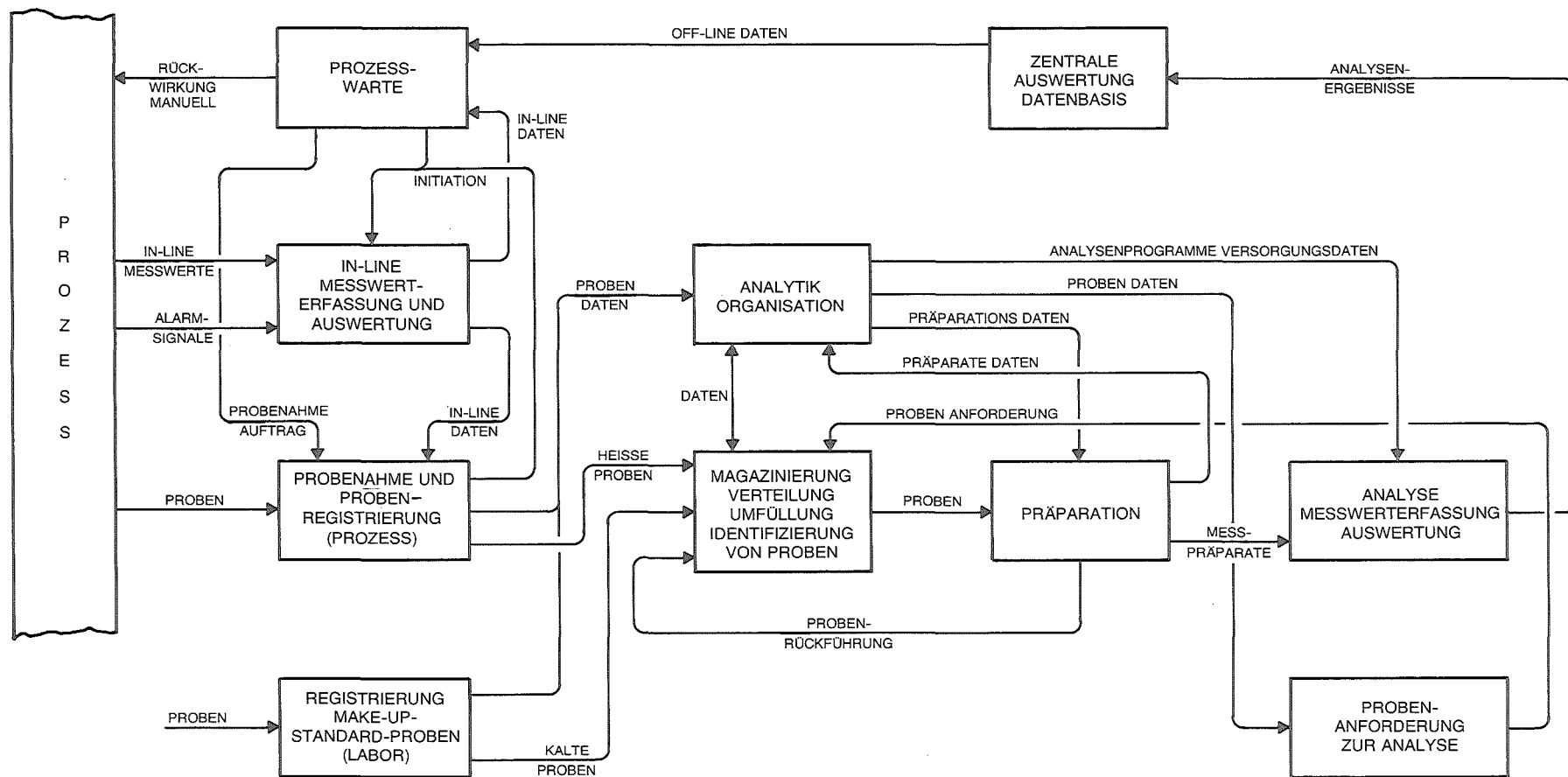


Abbildung 1: Datenfluß im Laborautomatisierungssystem RADAR

- Eichung der Analysenapparatur mit on-line Meßwerterfassung und Berechnung von Eichfunktionen.

Aufgabe des Datenbasissystems ist einerseits die Auswertung von Ergebnissen unterschiedlicher Analysen an Proben aus gleicher Zapfstelle und Charge für die Prozeßkontrolle, andererseits die zentrale Speicherung signifikanter in-line und off-line Daten für Zwecke der Materialbilanzierung und Erstellung von Trendanalysen für gesamte Wiederaufarbeitungskampagnen sowie Archivierung dieser Daten über längere Zeiträume.

Das Gesamtsystem zeichnet sich durch Standardisierung, Modularität und Erweiterbarkeit aller Hardware- und Softwarekomponenten aus.

Bezüglich der Leistungsfähigkeit des Laborautomatisierungssystems RADAR, speziell der Datenverarbeitung, wurde von folgenden Zielsetzungen ausgegangen:

- Erhöhung der Transparenz von Prozeßverlauf und Analytikbetrieb,
- Personalentlastung durch Verlagerung von personalintensiven Routineaufgaben auf das Rechnersystem,
- verfälschungssichere Zuordnung vielfältiger prozeß- und analysenverfahrensspezifischer Daten zur Probenpräparation, Geräteeinstellung und Auswertung,
- Reduktion umfangreicher Datenmengen auf wenige relevante Daten durch rechnerinterne Datenverwaltung, on-line Meßwerterfassung und Auswertung mit anschließender anwenderorientierter Protokollierung,
- Flexibilität der Auswertung durch Anpassung der Auswerteverfahren an die Unbestimmtheit der qualitativen Zusammensetzung des Analyten,
- Erhöhung der Qualität von Analyseergebnissen, speziell solcher, die zur Materialbilanzierung herangezogen werden sollen, durch Einbeziehung statistischer Qualitätskontrollen in die Auswertesoftware.

Zur Realisierung des Laborautomatisierungssystems wurden zwei Ausbaustufen vorgesehen.

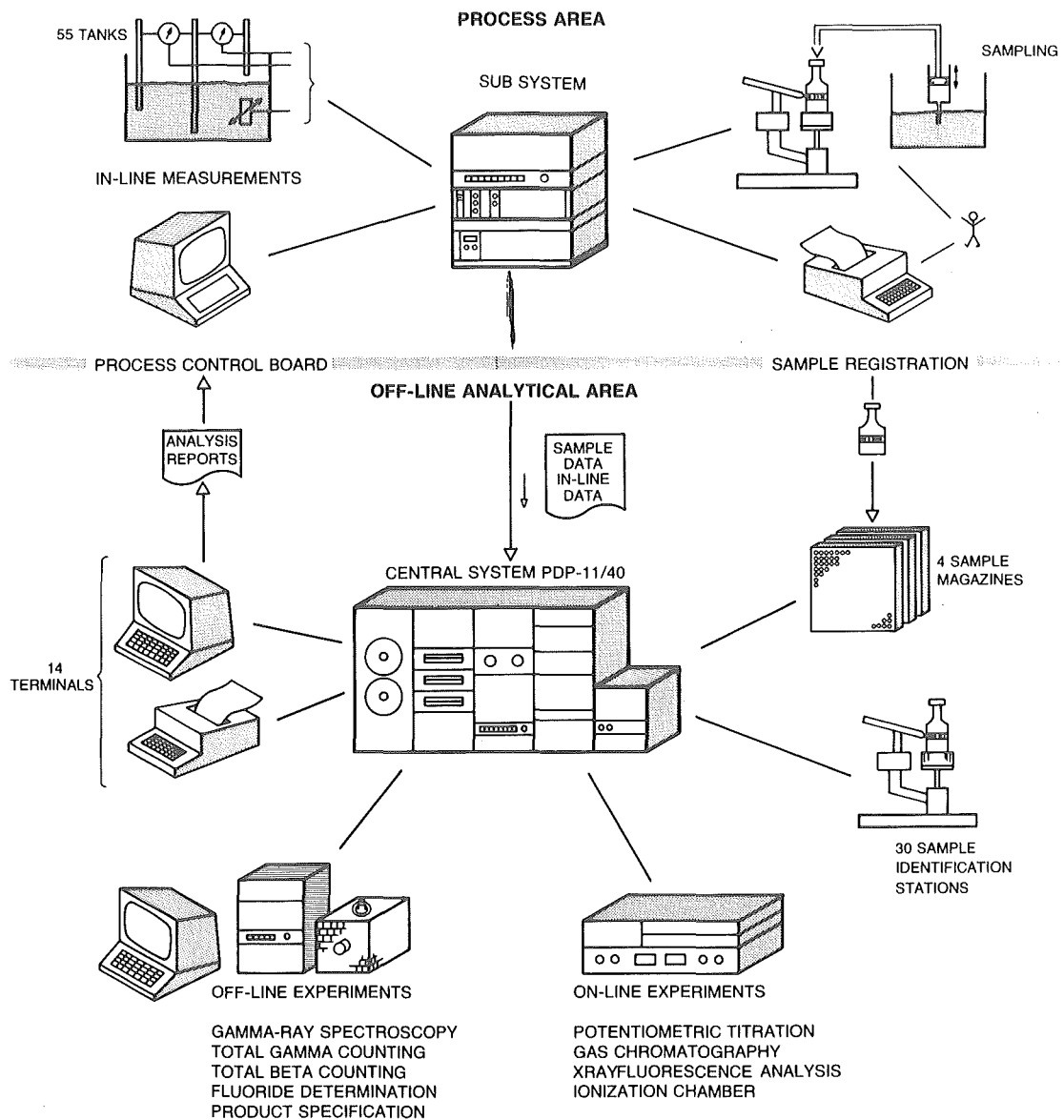


Abbildung 2: Übersichtsdarstellung der Rechnerkonfiguration

Die 1. Ausbaustufe umfaßt eine betriebsbereite Grundversion des Laborautomatisierungssystems, die den chemischen Prozeßteil gegenüber dem Systemkonzept mit verminderter Leistungsfähigkeit bedienen kann.

Hierzu gehören:

- Bereitstellung eines Front-End-Prozeßrechners einschließlich Interfacehardware sowie System- und Anwendersoftware zur Erfassung der vorgesehenen in-line Meßgrößen mit Ausnahme der Grenzwertkontrolle sowie zur Registrierung von heißen Prozeßproben für die off-line Analytik,
- Integration der Laborverwaltung der off-line Analytik entsprechend dem definierten Konzept in die Datenverarbeitung,
- Rechnerunterstützung von Experimenten der off-line Analytik bei Präparation, Datenerfassung und Auswertung.

Der letzte Punkt schließt die rechnerunterstützte Präparation für die Experimente der chemischen Analytik TIT, GC, RFA, FLK, FLH (siehe Abschn. 2) und der kernphysikalischen Analytik ION, GBM, GGM und GSP, weiter on-line Kopplungen der Experimente zur Datenerfassung, Auswertung und Eichung sowie off-line Datenerfassung und Auswertung für die Experimente GBM, GGM und GSP.

Aufgaben der off-line Analytik werden vom Zentralrechner-system PDP-11/40 übernommen, einem Multitasksystem zur parallelen Bedienung verschiedener Meßanlagen mit unterschiedlicher Auswertung und komplexen Organisationsaufgaben (Abb. 2). Front-End-Rechner PDP-11/10 und Zentralrechner PDP-11/40 sind miteinander gekoppelt.

Dieser Bericht umfaßt die 1. Ausbaustufe des seit Mitte 1978 in der Erprobung befindlichen Laborautomatisierungssystems. Bestandteile der 2. Ausbaustufe im Bereich der

in-line Messungen und der off-line Analytik werden im Abschnitt 11 behandelt.

#### 4. STRUKTUR DES LABOARAUTOMATISIERUNGSSYSTEMS

Standorte der Versuchsanlage auf dem Gelände der KFA sind das Gebäude der Heißen Zellen für den Prozeßteil und das ca. 100 m entfernte Gelände der Chemiezellen für den Analytikbereich (Abb. 3).

Schnittstellen zwischen dem Laborautomatisierungssystem und dem chemischen Prozeßteil bilden 55 In-line-Meßstellen an Behältern des heißen Prozeßbereichs sowie etwa 210 Zapfstellen für Proben der off-line Analytik, von denen 40 an Behältern und 160 an den Kammern der Mixer-Settler im radioaktiven Prozeßbereich sowie weitere 10 an Behältern des inaktiven Make-up-Bereichs angeordnet sind /11,12/.

In-line Messungen dienen einerseits zur unmittelbaren Prozeßkontrolle, andererseits als probenzugeordnete Eingangsdaten (Proben- und Zapfdaten) der off-line Analytik. Proben der off-line Analytik werden während der Probenahme in 5 ml fassende Glasflaschen abgefüllt (Abb.4). Zur Identifizierung tragen alle im Prozeß- und Analytikbereich umlaufenden Proben, teils auch Meßpräparate, eine pro Kampagne nur einmal vorkommende drei- oder sechsstellige bar-code-Nummer, die von automatischen Lesestationen (LS) gelesen werden kann. Aus Fließschema, der Behälterbelegung, Zapfstellenbezeichnung ergibt sich ein Schlüssel für die Zuordnung der Probe zum Prozeß sowie der Zapf- und Probendaten zur Probe. Da während einer Kampagne der Betrieb chargenweise abläuft, wird jeder Charge eine laufende Nummer zugeordnet, die Bestandteil der Zapf- und Probendaten ist (siehe Abschnitt 6.2.1).

Die Analytik wird mit heißen Proben über eine Rohrpostanlage, mit kalten Proben durch manuellen Transport versorgt. Aus dem Prozeß angelieferte Proben werden in den Eingangsmagazinen zwischengelagert, wobei heiße Proben im Zentralmagazin (Box 3), kalte Probene dagegen im Make-up-Magazin (Labor Raum 29) nach Registrierung gela-

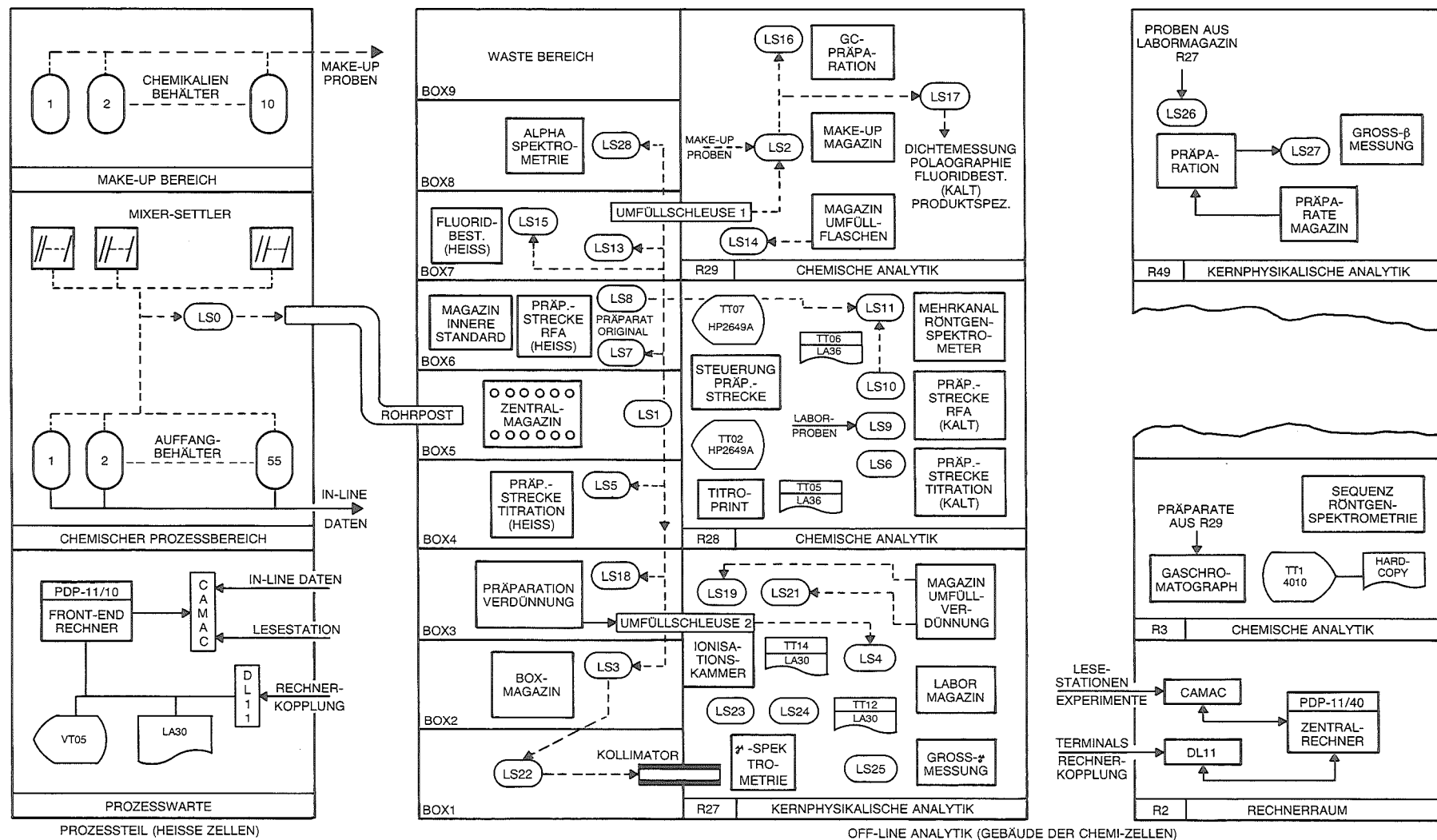


Abbildung 3: Lageplan Prozeßteil, in-line und off-line Analytik



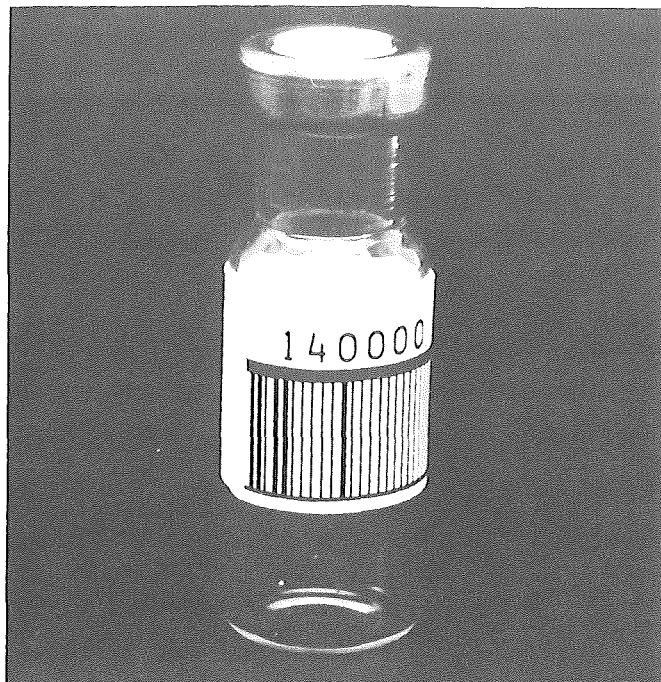


Abbildung 4: Probenflasche mit bar-code Nummer

gert werden (Abb. 5). Von dort erfolgt deren Verteilung zu einzelnen Analyseplätzen, wobei einzelne Zweige der Probenverteilung Umfüll- und Verdünnungsschritte sowie Zwischenmagazine enthalten.

Die off-line-Analytik gliedert sich in die chemische und kernphysikalische Analytik. Aufgaben der chemischen Analytik sind Konzentrations- und Massenbestimmungen in Prozeßströmen und Behältern des chemischen Prozeßbereiches anhand heißer und kalter Prozeßproben. Der kernphysikalischen Analytik obliegt die Aktivitätsbestimmung von Eingangs- und Produktlösungen anhand heißer Prozeßproben.

Im Bereich der chemischen Analytik werden heiße Proben entweder direkt aus dem Zentralmagazin zu den in abgeschirmten Boxen aufgebauten Experimenten geleitet oder zur Vermeidung von Oberflächenkontamination nach Umfüllen in eine Laborflasche ins Labor ausgeschleust (Umfüllstation 1) und weitergeleitet.

Proben der kernphysikalischen Analytik werden aus dem Zentralmagazin zur Umfüllstation 2 (Box 3) geleitet, wo sie nach Umfüllung und Dosisleistungsbestimmung (Ionisationskammermessung) ins Box-Magazin (Box 2) oder nach eventueller Verdünnung zur Reduktion der Aktivität ausgeschleust und ins Labor-Magazin (Raum 27) geleitet werden.

Werden Mehrfachanalysen an einer Probe und unterschiedlichen Meßplätzen durchgeführt, wird die Probe nach Entnahme am Experiment wieder ins Zentralmagazin zurückbefördert. Gemessene heiße Präparate und abgearbeitete Proben gelangen in den Abfall (Waste-Bereich, Box 9).

Die Off-line-Analytik verfügt über acht Probenmagazine, von denen vier, und zwar

- Zentralmagazin (Box 5),
- Make-up-Magazin (Raum 29),
- Box-Magazin (Box 2) und
- Labormagazin (Raum 27)

bezüglich Probenregistrierung, Magazinbelegung und Probenverteilung in die Datenverarbeitung integriert sind.

Insgesamt wird zwischen folgenden Probenarten unterschieden:

- Originalproben, den kalten und heißen Prozeßproben,
- Umfüllproben, zur Anschleusung ins Labor in Laborflaschen ungefüllte Originalproben,
- verdünnten Proben, zur Reduktion der Aktivität mit wässrigen oder organischen Lösungsmitteln verdünnte Umfüllproben,
- Standardproben aus Substanzen zur Eichung der Meßapparatur und Qualitätskontrolle,
- Probenflaschen mit innerem Standard, Chemikalien zur Verdünnung oder Szintillatorflüssigkeiten,
- Meßpräparaten, aus Original-, Umfüll-, verdünnten oder Standard-Proben hergestellte Proben, wobei aus einer Ursprungsprobe bis zu vier Parallelproben präpariert werden können.

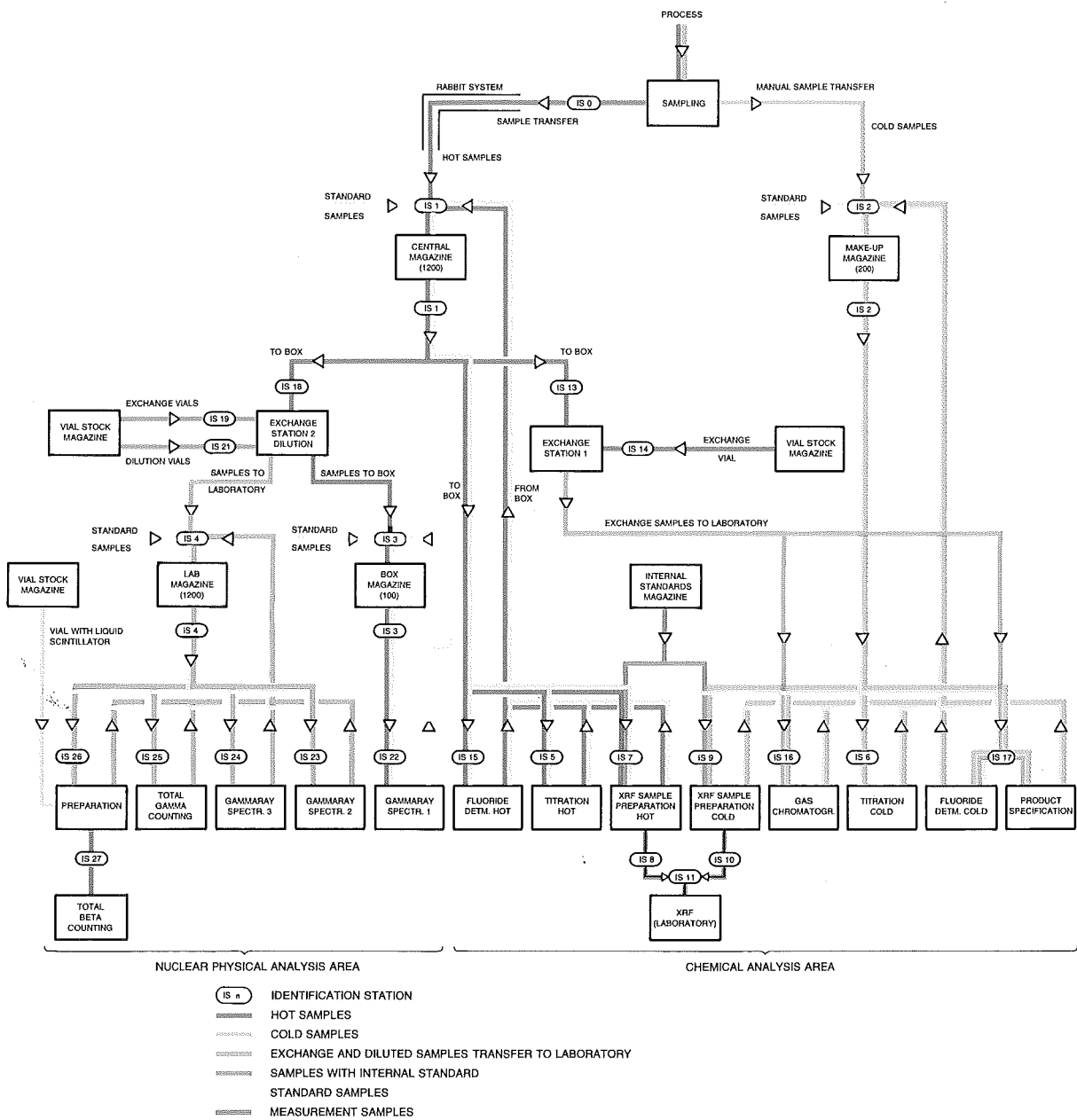


Abbildung 5: Probenflußplan off-line Analytik

Zur Probenidentifizierung und Magazinbelegung während der Probenverteilung dienen 30 der Probennahme, den Magazinen und Analysenständen zugeordnete Probenlesestationen (LS) (Abb. 5).

Während die Probenhandhabung in den Magazinen sowie die Probenverteilung manuell oder fernbedient (Manipulatorhandhabung) durchgeführt werden, erfolgt die Präparation in abgeschirmten Boxen weitgehend ferngesteuert.

Die Analysenstände verfügen neben der Analysenapparatur über autark gesteuerte Präparationsstrecken und Probenwechsler.

Zur Aufrechterhaltung des Laborbetriebes bei Rechnerausfall wurde die Steuerung der Analysenstände so konzipiert, daß grundsätzlich bei allen Analysenständen ein alternativer off-line Betrieb möglich ist. Bei off-line Betrieb laufen alle Steuerungsfunktionen einschließlich der Meßwerterfassung konventionell ab.

Bei on-line Betrieb arbeitet das System Experiment-Rechner nach dem Master-Slave-Prinzip, wobei das Experiment die Masterfunktion übernimmt, d.h. alle experimentbezogenen rechnerinternen Aktivitäten werden nach manueller oder automatischer, durch Meßpräparatezuführung eingeleiteter Messung vom Experiment initialisiert. Bis auf wenige Steuersignale greift der Rechner nicht in den Experimentablauf ein.

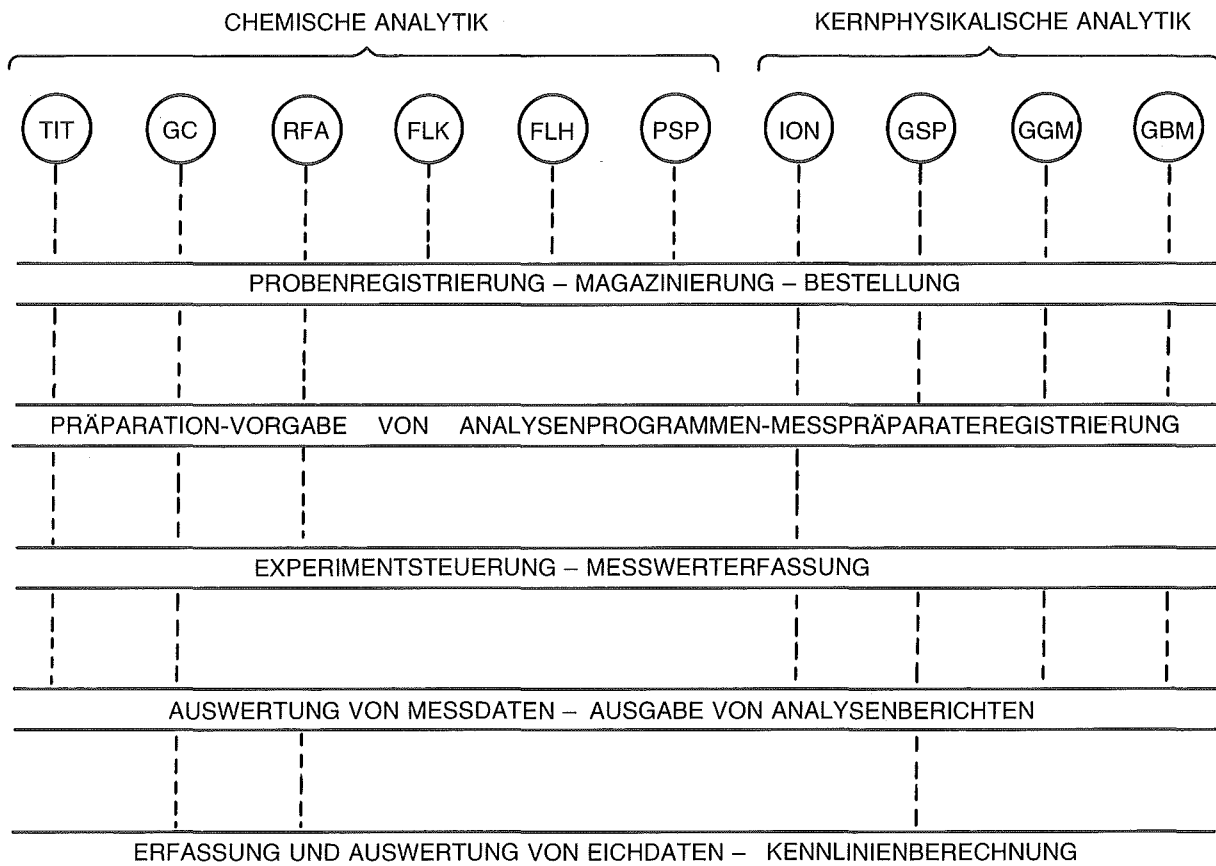


Abbildung 6: Hierarchische Rechnerunterstützung von Experimenten der off-line Analytik

Die Rechnerunterstützung der einzelnen Experimente gliedert sich bezüglich der Leistungen der Datenverarbeitungsanlage in einzelne Ebenen:

- Die 1. Ebene enthält die Registrierung von Proben und deren Verwaltung in den Magazinen einschließlich der Probenverteilung und gilt für alle Experimente.
- Die 2. Ebene umfaßt die rechnerunterstützte Präparation mit Ausgabe von Analysenprogrammen sowie die Registrierung von Meßpräparaten mit Unterstützung der Experimente TIT, GC, RFA, ION, GSP, GGM, GBM.

- Die 3. Ebene schließt on-line Kopplungen der Experimente mit dem Zentralrechner für die Experimente TIT, RFA, GC, ION ein.
- Die 4. Ebene umfaßt die analysenspezifische Auswertung von Meßdaten mit anwenderorientierter Protokollierung.
- Die 5. Ebene enthält die Erfassung, Speicherung und Auswertung von Eichdaten einschließlich der Kennlinienberechnung.

## 5. DATENVERARBEITUNGSSYSTEM

Datenverarbeitungssysteme zur rechnergeführten Prozeß- bzw. Labororganisation enthalten neben Steuerungs-, Datenerfassungs- und Auswertesystemen zusätzlich unterschiedliche Organisationssysteme zur Übernahme von Verwaltungsfunktionen wie Versorgung einzelner Teilbereiche mit Daten, Auftragsabwicklung sowie Verknüpfung von Ablauffolgen.

Unabhängig von der Struktur der Peripherie können zur Abwicklung der Labororganisation folgende Organisationsformen eingesetzt werden:

- individuelle Organisationsform, bestehend aus mehreren, den einzelnen Verfahrensarten zugeordneten, parallelen Organisationsstrukturen mit jeweils eigenen, individuell organisierten Dateien,
- zentrale Organisationsform zur zentralen Bearbeitung von Verwaltungsfunktionen mehrerer unterschiedlicher Teilbereiche mit zentral verwalteten sachorientierten Dateien.

Der Bereich der Labororganisation umfaßt die Bearbeitung vielfältiger Aktivitäten, die wie folgt in technische Prozesse/13/ zusammengefaßt werden können:

- Ordnungsprozesse wie räumliche und zeitliche Ordnung und Ortung von Proben in Magazinen im Labor,
- Bearbeitungsprozesse mit Auftragsbearbeitung wie Registrierung und Bestellung von Proben, Probenpräparation, Durchführung und Bewertung von Analysen einschließlich Zuordnung und Speicherung von Ergebnissen.

Diese Prozesse können rechnergesteuert bzw. rechnerunterstützt ablaufen.

Rechnergesteuerte Prozesse werden durch vermaschte Algorithmen und/oder Folgesteuernungen mittels on-line, closed-loop betriebener Probenleit- und -sortiersysteme bzw. Präparationssysteme und Analysenapparaturen durchgeführt. Hier werden alle Aufgaben eines oder mehrerer Prozesse voll in den Rechnerbereich integriert.

Dagegen werden rechnerunterstützte Prozesse gesteuert durch on-line gekoppelte Informationssysteme mit teilweiser oder vollständig manueller Handhabung der Proben und on-line bzw. off-line open-loop Betrieb der Präparations- und Analysenapparaturen. Die hier eingesetzten Informationssysteme enthalten Probenidentifizierungs- und Probenortungssysteme.

Bei rechnerunterstütztem Betrieb wird die Sequenz der Verwaltungsfunktionen während des Ablaufs eines Bearbeitungsprozesses sowohl durch programmierte Ablauffolgen als auch durch zeitliche und örtliche Identifizierung der Probe bestimmt. Weiter kann mit Hilfe dieser Kriterien eine Proben-Flußverfolgung durchgeführt werden.

Der Entwurf des hier behandelten Datenerfassungs- und -verarbeitungssystems orientiert sich neben den bisher festgelegten Kriterien nach folgenden zusätzlichen Richtlinien:

a) Vor-Ort-Gegebenheiten

- räumliche Trennung von Prozeß und Analytik bei gleichzeitiger Zuordnung der Meßverfahren entsprechend: Prozeß in-line Meßverfahren, Analytik off-line Meßverfahren,
- manuell gesteuerte Probennahme im Prozeß sowie manuelle Magazinierung und Probenverteilung innerhalb der Analytik,
- autark (teils manuell) gesteuerte Präparationssysteme und Analysengeräte mit keiner oder geringer Steuerung durch das Datenerfassungssystem.



- b) Eigenschaften einer Wiederaufarbeitungs-Versuchsanlage bezüglich
  - der Vielfalt an Prozeßvarianten,
  - der Anpassungsfähigkeit an die variablen Anforderungen des Experimentierbetriebs,
- c) Sicherheitsaspekte bezüglich Aufrechterhaltung des Betriebs bei Rechner- und/oder Geräteausfall,
- d) Anpassungsfähigkeit an einen Analytikbetrieb, dessen Struktur einem erfahrungsbedingten Wandel unterworfen sein wird.

Resultierend aus den Vor-Ort-Bedingungen wurde ein Prozeßrechnersystem aus zwei on-line gekoppelten Prozeßrechnern (Abbildung 7) eingesetzt und mit folgenden Aufgaben versehen:

- Vor-Ort-Rechner (PDP 11/10):  
Datenerfassung der in-line Messungen und deren Auswertung, unmittelbare Prozeßkontrolle bezüglich dieser Größen, Aufbau von Zapf- und Probandaten für Proben der Betriebsanalytik.
- Zentralrechner (PDP 11/40):  
Organisation des Analytikbetriebes, Meßwerterfassung, Steuerung und Auswertung der off-line Analysenverfahren und -meßwerte.

Durch Einsatz des vor Ort installierten Satellitenrechners erfolgt für die Datenverarbeitung sowohl eine sinnvolle Trennung des Prozeßbereichs von der Betriebsanalytik als auch eine Erhöhung der Betriebssicherheit.

Beide Systeme arbeiten autark; die Kopplung ist bewußt schwach gehalten.

Bei Ausfall des Satelliten können manuell Proben registriert, die in-line Messungen ausgewertet und dem Zentralsystem durch vorprogrammierte Terminaleingabe mitgeteilt werden.

Fällt das Zentralsystem aus, bleibt die Funktion des Satelliten erhalten. Nach Wiederstart des Zentralsystems können ihm die während des Ausfalls archivierten Probandaten manuell eingegeben werden.

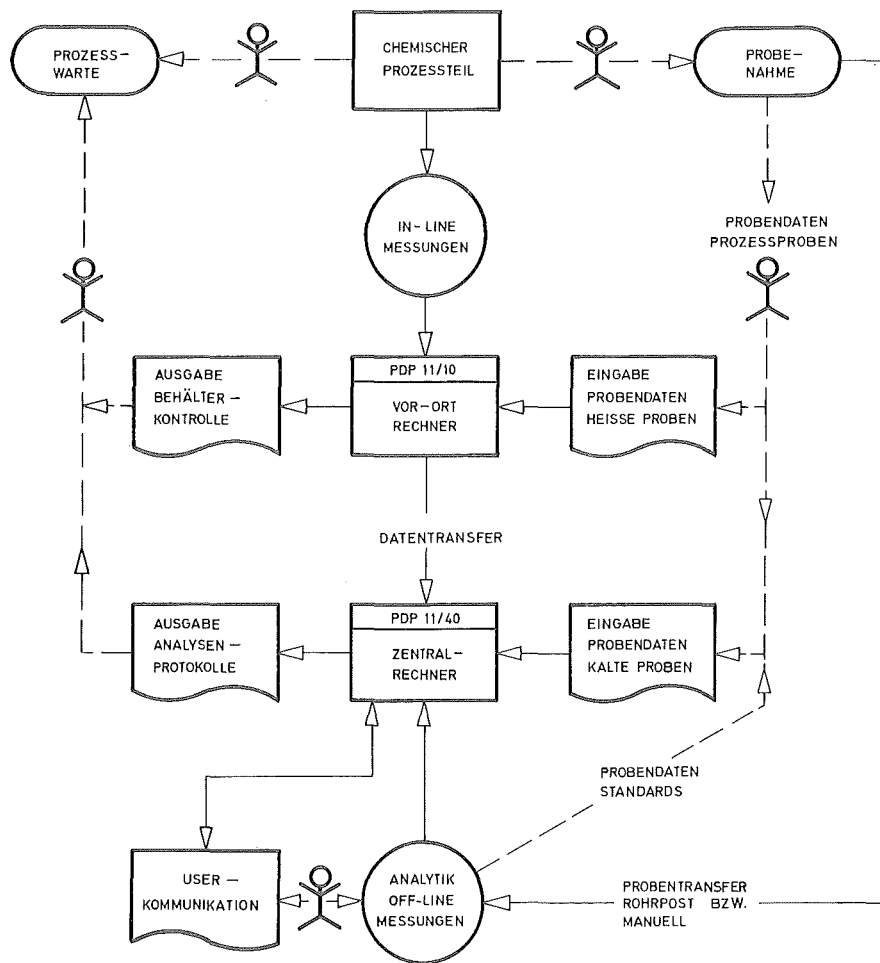


Abbildung 7: Informationsfluß Laborautomatisierungssystem

Bedingt durch die Punkte b) und d) der Entwurfsrichtlinien entsteht die Forderung nach einer flexiblen und leistungsfähigen Organisation des Datenverarbeitungssystems. Insbesondere müssen die Dateien sowie der detaillierte Organisationsablauf vor Beginn jeder Prozeßvariante neu festgelegt werden.

Aus diesen Gründen wurde für das Datenverarbeitungssystem eine zentrale, modular aufgebaute Organisationsform gewählt /14/.

Die Dateien sind nach sachlichen Kriterien aufgebaut und gliedern sich in

- prozeßorientierte Dateien,
- analysenverfahrensorientierte Dateien,
- Dateien der Analytikverwaltung,
- Dateien der Datenorganisation.

Im Bereich des Vor-Ort-Rechners werden ausschließlich Bearbeitungsprozesse behandelt wie in-line Prozeßkontrolle und Aufbau von Zapf- und Probendaten. Wegen manueller, fernbedienter Handhabung von Proben sowie offener Betriebsweise bei der in-line Prozeßkontrolle ist eine Rechnersteuerung der Bearbeitungsprozesse nicht möglich.

Das Satellitensystem stellt ein System zur rechnerunterstützten Abwicklung von Bearbeitungsprozessen, die durch manuelle Initialisierung abgearbeitet werden, mit zentraler Organisationsform und eigenen prozeßorientierten Dateien dar. Diese Dateien enthalten Kampagnedaten wie Behälterdaten mit fließschemaabhängigen Kennlinien und Koeffizienten.

Die Aufgaben der Betriebsanalytik stellen vermaschte Ordnungs-, Verteilungs- und Bearbeitungsprozesse dar. Entscheidend für die Struktur dieser Prozesse sind:

- manuelle Probenmagazinierung und Probenverteilung innerhalb der Ordnungs- und Verteilungsprozesse sowie
- autarke Präparationssysteme und Analysengeräte, von denen nur einige über eine on-line Rechnerdatenkopplung verfügen.

Die Hauptaufgaben des Rechners liegen dabei in der Unterstützung der Organisation und im darauf bezogenen Informationsfluß.

Die rechnerunterstützten Segmente aller aufgeführten Prozesse werden initialisiert durch ein Probenidentifizierungssystem, ein Bedienungssystem sowie Signale zur Einleitung der Meßwert-erfassung.

Dabei besteht das Probenidentifizierungssystem aus räumlich an Analysegeräten, Präparationssystemen und Magazinen angeordneten Lesestationen zur Probenidentifizierung und Initialisierung folgender Operationen:

- Probenregistrierung,
- Verwaltung der Magazinbelegung,
- Ausgabe von Protokollen,
- Datenzuordnungen.

Das Bedienungssystem umfaßt räumlich verteilte, den Analyseständen zugeordnete Experimentatorterminals, an denen durch Code-Wort-Bedienung Aufträge abgewickelt werden:

- Aufbau und Verwaltung von Dateien,
- Ausgabe von Protokollen sowie
- Probenbestellungen, Probenentnahmen und weitere Aufträge der Verwaltung und Datenorganisation.

Ablaufsequenzen aller Prozesse werden gesteuert durch kombinierte Folgen von zeitlichen und örtlichen Probenidentifizierungen, Terminaleingaben und programmierte Folgesteuerungen. Diese Prozesse können zeitlich sowohl parallel als auch sequenziell ablaufen.

Abbildung 8 zeigt eine Übersichtsdarstellung des Gesamtsystems bezüglich der eingesetzten Meß- und Analysengeräte sowie der zugeordneten Kommunikationskomponenten (Ein-Ausgabe-Einheiten, Lesestationen). Die gestrichelten Linien deuten die on-line Datenkopplungen zwischen Prozeßrechnersystem und den Meß- und Analysengeräten an.

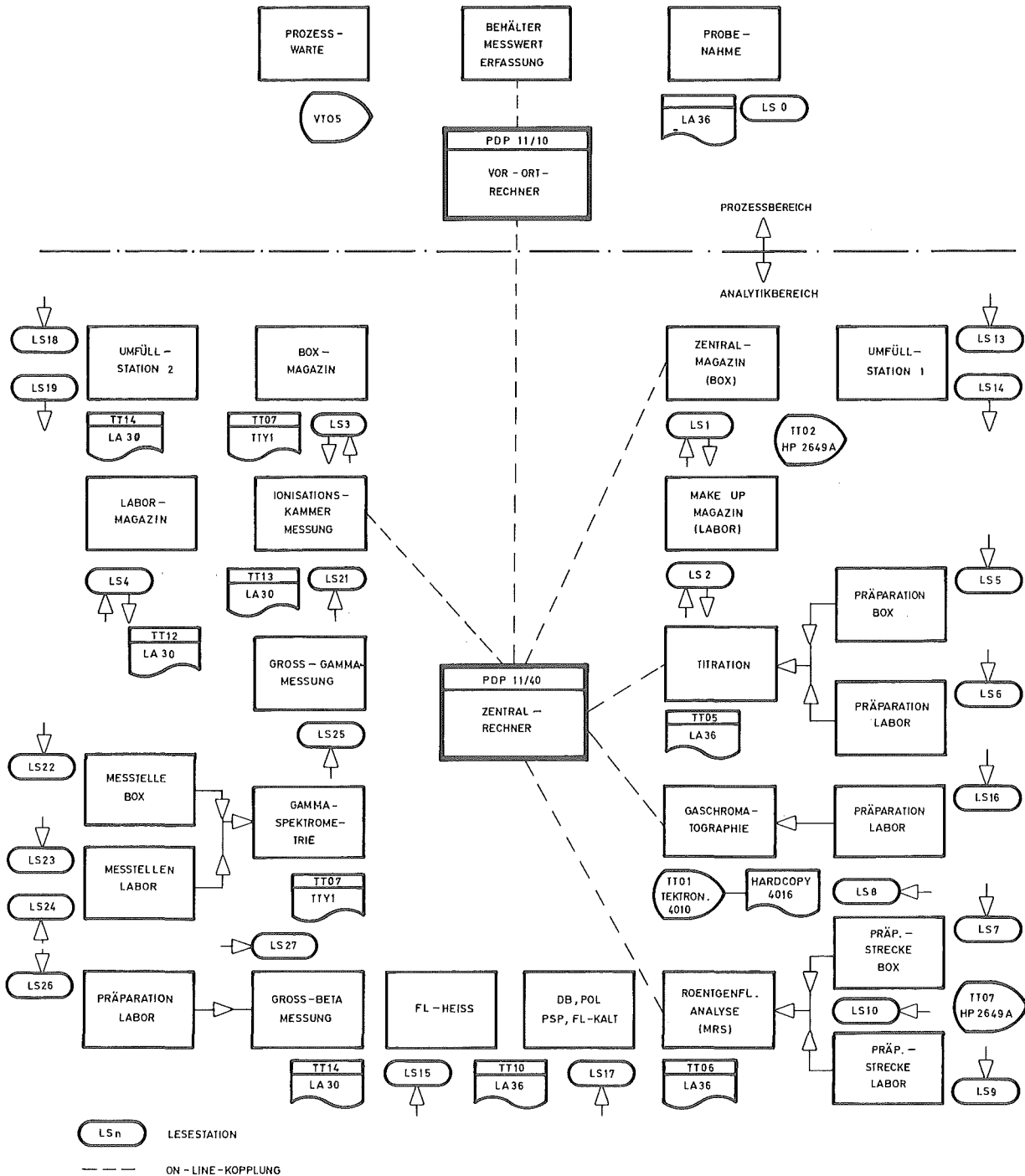


Abbildung 8: Übersichtsdarstellung des Gesamtsystems

## 5.1 Konfiguration des Datenverarbeitungssystems

### 5.1.1 Hardwarekonfigurationen

Umfang und Vielfalt der mit dem Rechnersystem gekoppelten Analysenapparaturen, Meßwertumformer, Probenidentifizierungssystem sowie Ein-Ausgabegeräte bedingen ein entsprechend umfangreiches Hardware-System.

Grundsätzlich läßt sich das Hardware-System in folgende Gruppen mit vorwiegend bidirektionaler Kommunikation unterteilen:

- rechnerspezifische Hardware mit Einheiten, die über rechnerinterne Interfaces mit dem Zentralprozessor kommunizieren wie Arbeitsspeicher, externe Massenspeicher und Ein-Ausgabegeräte,
- rechnertypunabhängige Interface-Hardware zur Verarbeitung, Umformung und Digitalisierung von Signalen der Analytik- und Prozeßperipherie,
- Prozeß- und Experimenthardware, die eigentlichen Signalquellen oder Empfänger wie Meßwertaufnehmer mit Umformern, Analysengeräte, Präparationssysteme und Magazine.

Die rechnerspezifische Hardware besteht aus modular erweiterbaren Baugruppen, die mittels Controller über einen UNIBUS /15/ durch asynchrone Übertragung mit dem Zentralprozessor verkehren.

Im Detail umfaßt sie folgende Komponenten (Abbildungen 9, 10, 11):

#### Subsystem (PDP-11/10)

- Zentralprozessor mit Echtzeituhr (KW11L) und 28 K Worten Memory,
- zwei Ein-Ausgabe-Einheiten, Systemterminal (LA 36) und alphanumerisches Display (VT05) mit Interfaces (DL11),
- Line-Controller zur Rechnerkopplung (DL11E)
- CAMC-Crate-Controller (Borer 1533A).

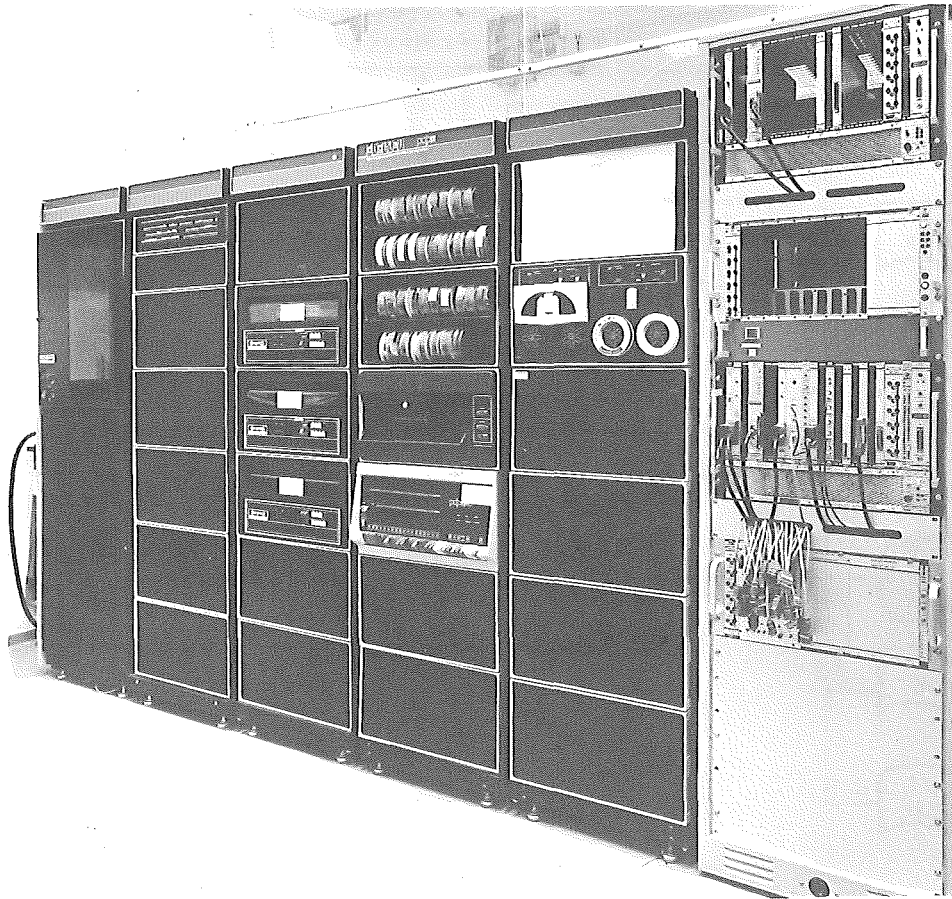


Abbildung 9: Zentralrechner PDP-11/40

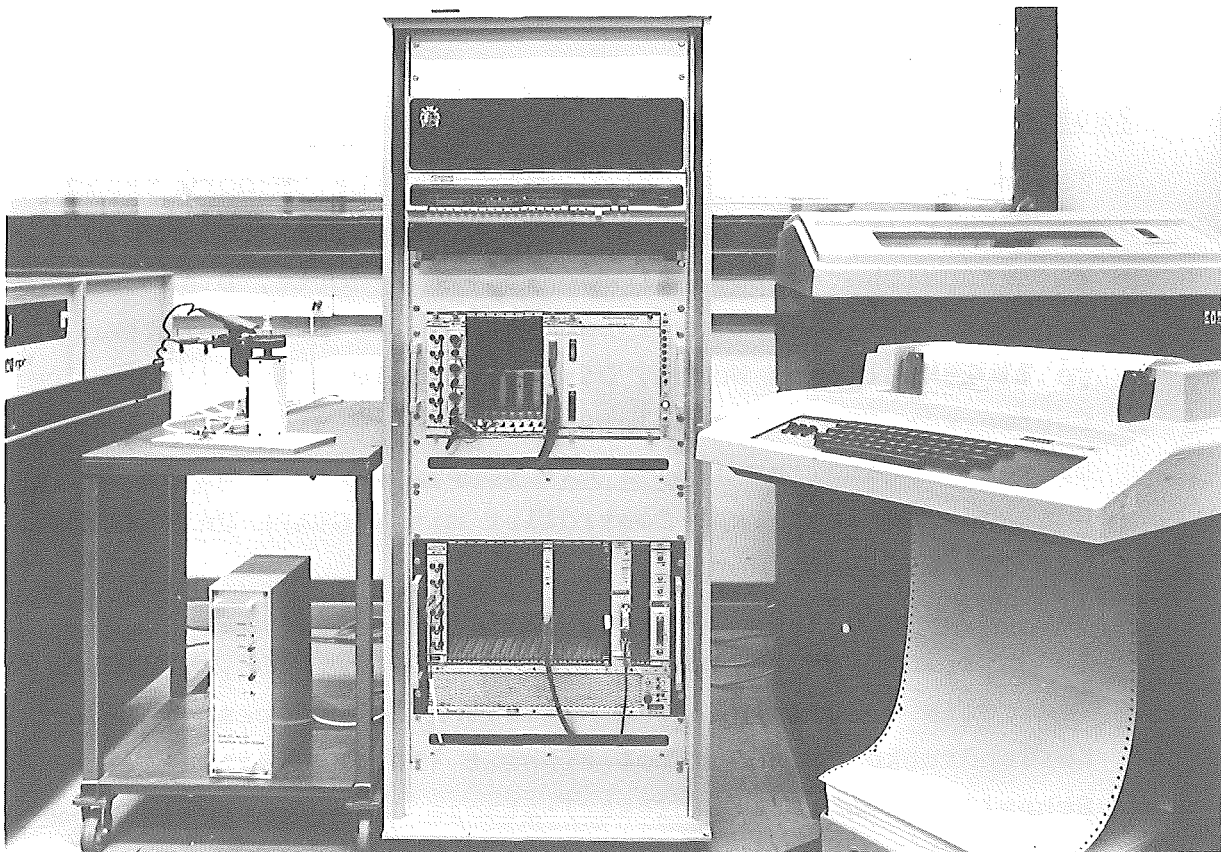


Abbildung 10: Subsystem PDP-11/10

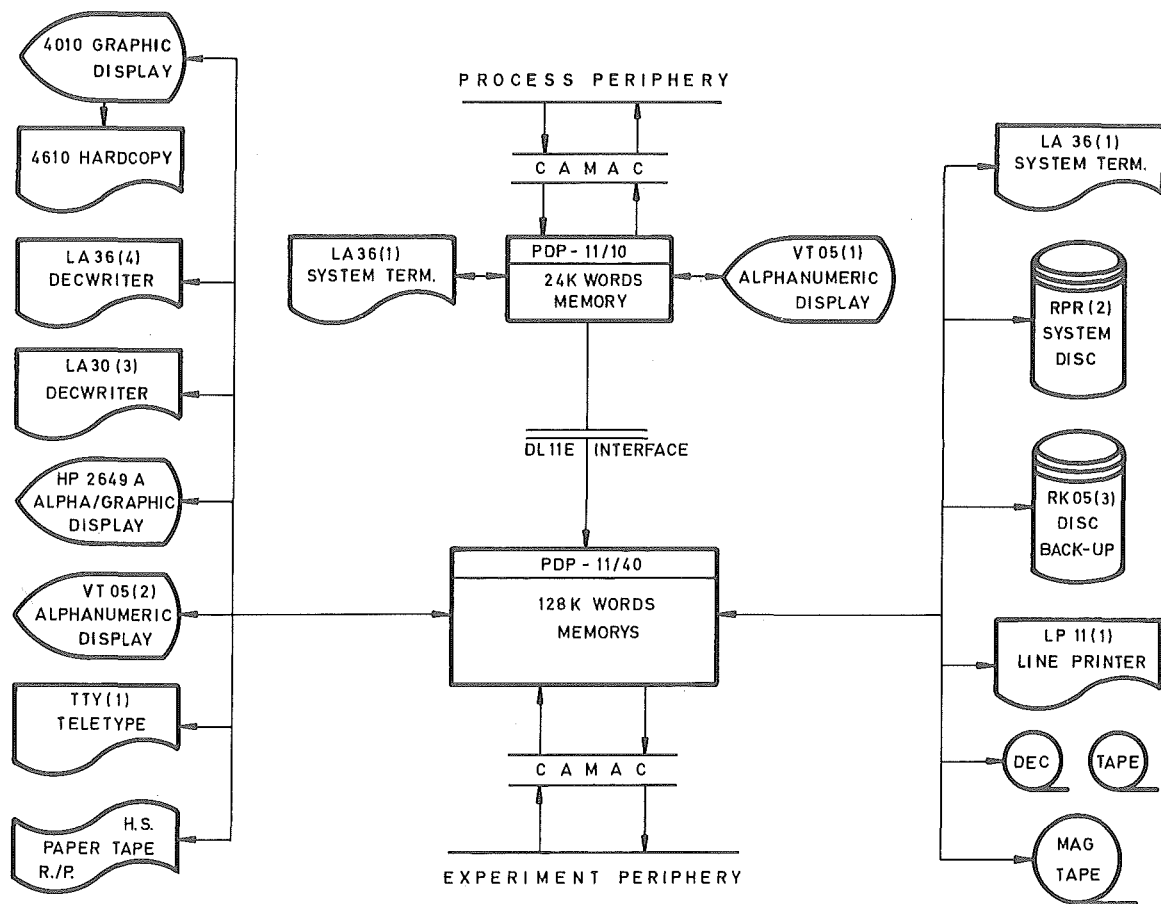


Abbildung 11: Konfiguration der rechnerspezifischen Hardware

#### Zentralsystem PDP-11/40

- Zentralprozessor mit Echtzeituhr (KW11L), Memory Management Unit (KT11-M) und Hardware-Arithmetik (KE11E/F),
- Massenspeicher: Arbeitsspeicher 128 K Worte, Disc-Controller (RP11E) mit zwei Laufwerken für Stapelplatten zu je 11,2 Millionen Worte, Disc-Controller (RK11C) mit drei Laufwerken für Wechsellplatten zu je 1,2 Millionen Worten, DECTape Controller (TC11) mit Doppel-DECTape zu je 295 K Worten, Magnetic-Tape-Controller mit MAGTAPE-Unit (TM11) mit 20 Millionen Worten,
- Ein-Ausgabe-Einheiten: Systemterminal (LA36), 13 Experimentator-Terminals (LA36, LA30, VTO5, HP2649A, Tektronix 4010-4610) einschließlich Interfaces (DL11), Zeilendrucker mit Kontrolleinheit (LD11-VD), Schneller Lochstreifenleser/-stanzer mit Kontrolleinheit (PC11-AG)



- sonstige Interfaces:

Line-Controller zur Rechnerkopplung (DL11E) und  
zwei CAMAC-Crate-Controller (Borer 1533A).

Bei der Konzeption der übrigen Hardware wurde von der Bestrebung ausgegangen, eine rechnertypunabhängige, standardisierte und erweiterbare Interface-Struktur aufzubauen. Diese Ziele wurden erreicht durch Einsatz der international genormten, modular erweiterbaren Systeme CAMAC (Computer Aided Measurement and Control) /16/ in Verbindung mit NIM (Nuclear Instruments Measurement), wobei durch Kopplung des CAMAC-Systems an den PDP11-UNIBUS über den internen CAMAC-DATAWAY eine Kommunikation zwischen Zentralprozessor und jedem CAMAC-Modul möglich ist (Abb. 12). Die Module des NIM-Systems dienen der Signalumformung und -selektion.

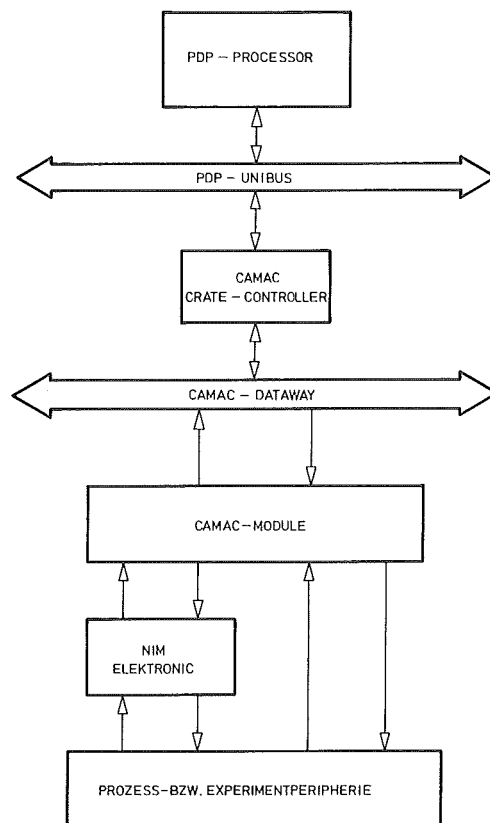


Abbildung 12: Struktur der rechnerunabhängigen Hardware

Insbesondere besitzt die in Abbildung 12 dargestellte Struktur der Interface-Hardware folgende Vorteile:

- Trennung des Kommunikationssystems vom Datenerfassungssystem durch Einsatz getrennter Übertragungsnetzwerke,
- einfache Anpassung der Prozeß- und Experimentperipherie an das Rechnersystem,
- Erweiterbarkeit des Systems durch Anschluß zusätzlicher Experimente, speziell im Analytikbereich,
- Wartung der Datenerfassungshardware ist vom Rechnerservice unabhängig sowie vereinfacht durch modularen Aufbau der Interface Hardware.

#### 5.1.1.1 Interface-Hardware im Prozeßbereich

Die Interface-Hardware im Prozeßbereich dient zur Übertragung und Digitalisierung der in-line Meßwerte, aus denen im Vor-Ort-rechner (PDP-11/10) die prozeßorientierten Probendaten berechnet werden.

Zur Bestimmung von Dichte und Füllstand wird die Einperlsmethode eingesetzt, wobei der Meßwert aus den umgeformten und digitalisierten Differenzdrücken zweier am Behälter angeordneter Differenzdruckmesser gewonnen wird (Abb. 13). Entsprechend werden zur Messung der Behältertemperaturen Widerstandsthermometer verwendet.

Parallel zur Meßwerterfassung durch das Subsystem PDP-11/10 werden die in-line Meßwerte analog auf Blattschreiber in der Prozeßwarte ausgegeben. Die Kopplung der Meßsignale an die Interface-Hardware erfolgt rückwirkungsfrei, um Störungen der analogen Ausgabe bei Rechnerausfall zu vermeiden.

Insgesamt erlaubt das Meßwerterfassungssystem den Anschluß von 160 eindeutig zugeordneten, analogen Meßsignalen, wobei pro Behälter maximal drei Meßumformer vorgesehen sind. Die Meßstellen-selektion erfolgt rechnergesteuert im Multiplexverfahren.

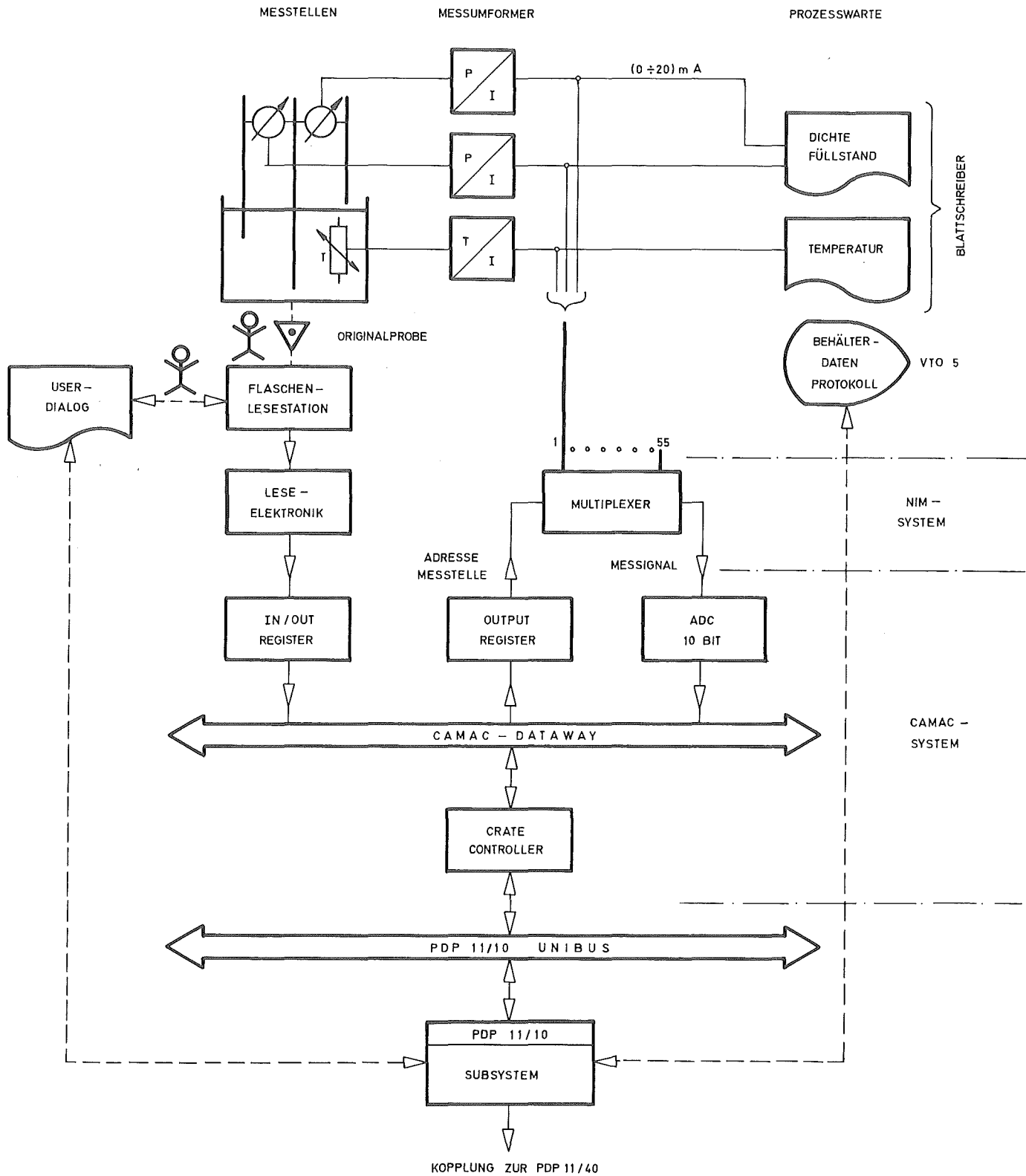


Abbildung 13: Interface-Hardware des Subsystems PDP-11/10

Um bei den ungünstigen Bedingungen am Aufstellungsort des Subsystems, wie erhöhte Temperaturen und erschwerter Zugang, eine geringe Ausfallrate zu erreichen, wurde bei der Konzeption des Vort-Ort-Rechners auf mechanisch anfällige externe Massenspeicher verzichtet und ein speicherresidentes System vorgezogen.

#### 5.1.1.2 Interface- und Experimenthardware im Analytikbereich

Im Analytikbereich stellt die Interface-Hardware ein Instrumentarium mit folgenden Aufgaben dar:

- on-line Kopplung von Analysengeräten und Präparationssystemen mit dem Prozeßrechner PDP-11/40,
- Aufbau des Probenidentifizierungssystems sowie eines Systems zur Probenortung im Zentralmagazin und Meldung von Magazinanforderungen,
- Realisierung eines Bedienungs-, Protokollierungs- und Meldesystems an räumlich verteilten Ein-Ausgabegeräten.

Abbildungen 14 und 15 stellen die Interface-Hardware der CAMAC-Peripherie für die on-line gekoppelten Experimente, Magazine und das Probenidentifizierungssystem dar, bestehend aus einzelnen CAMAC-Modulen für Hardwareoperationen wie Digitalisierung von Analogsignalen und Empfang bzw. Ausgabe unterschiedlich codierter binärer Signale.

Spezielle Hardwarefunktionen wie Impulsformung oder einsatzorientierte Operationen zur Umsetzung des Etikettencodes bzw. Adressierung des Zentralmagazins werden durch eigens entwickelte NIM-Module ausgeführt.

Spezielle Angaben über die Ausrüstung sowie den Ablauf der Experimente erfolgen in Abschnitt 7.

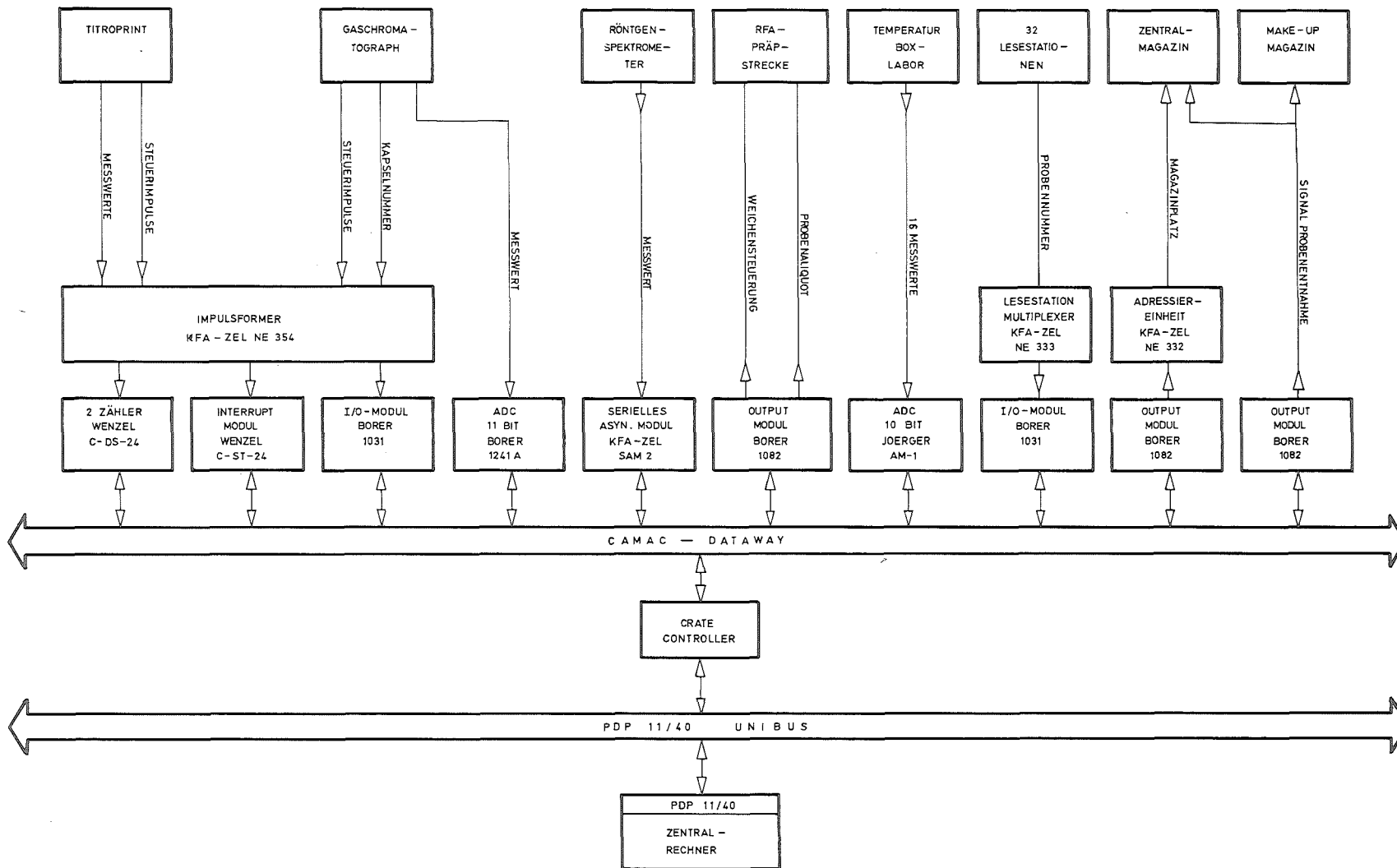


Abbildung 14: Interface-Hardware, Bereich chemische Analytik

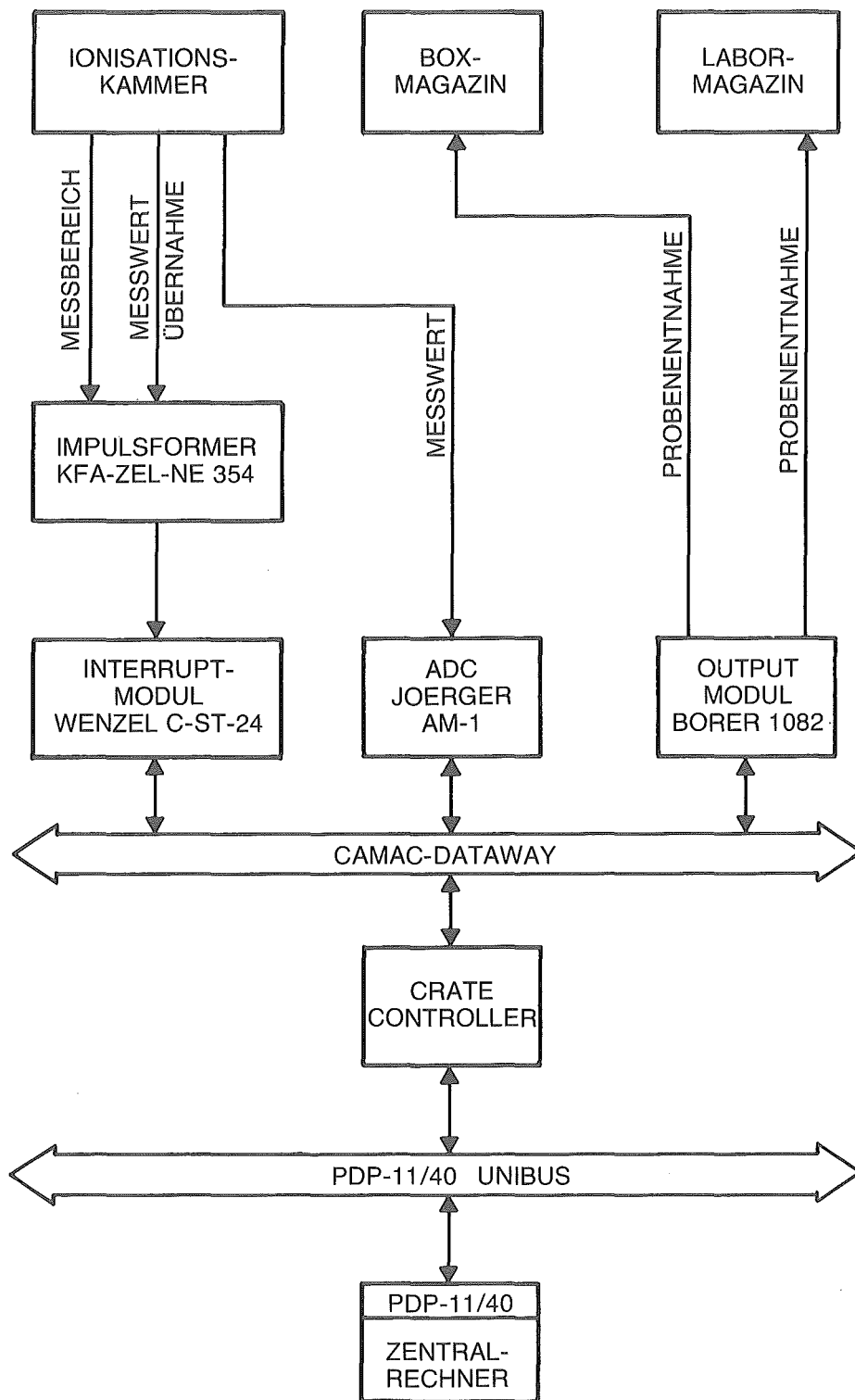


Abbildung 15: Interface-Hardware, Bereich kernphysikalische Analytik

#### 5.1.1.2.1 Probenidentifizierungssystem

Das Probenidentifizierungssystem erlaubt den Anschluß von 32 Lesestationen, die an den Magazinen, Präparations- und Analysenständen untergebracht sind und zur Identifizierung und Ortung von Proben sowie zur Einleitung von Folgebearbeitungen und Datenzuordnungen herangezogen werden.

Die Probenlesung (Abbildung 16) erfolgt durch sequentielle optische Abtastung der bar-code-Nummer, während die Probe am Lesestift durch Drehung vorbeigeführt wird.

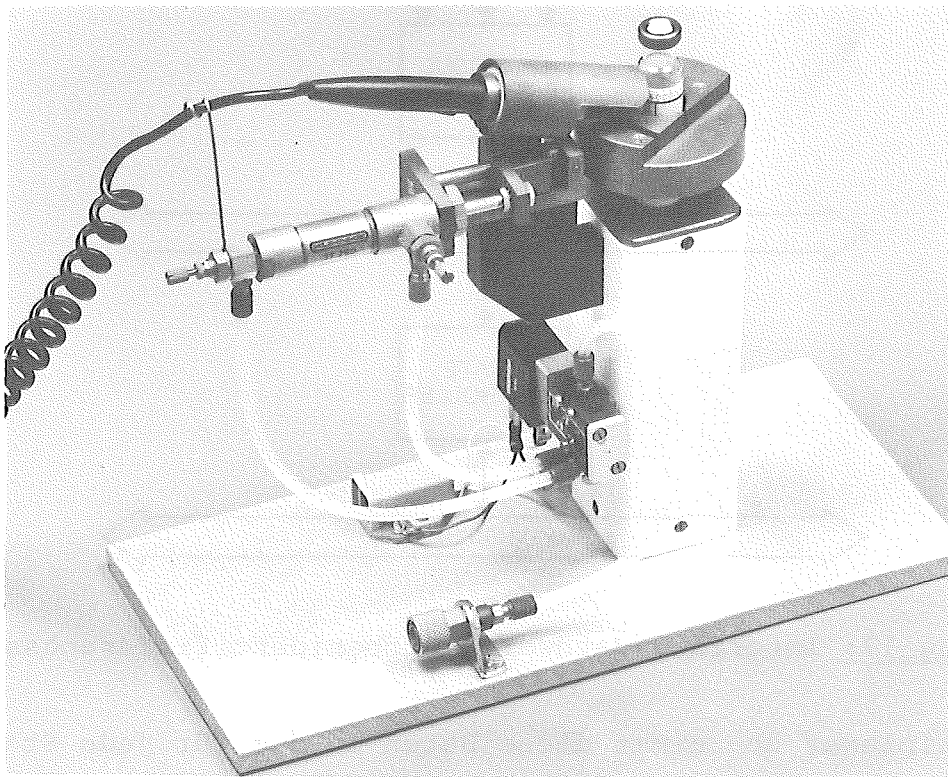


Abbildung 16: Probenlesestation

Jede Lesestation (Abbildung 17) verfügt über eine Steuer- und Leseelektronik /17/ zur Steuerung des Lesevorgangs und Zwischenspeicherung gelesener Daten, die aus einer drei- oder sechsstelligen Probennummer sowie aus 8 Prüfbits bestehen.

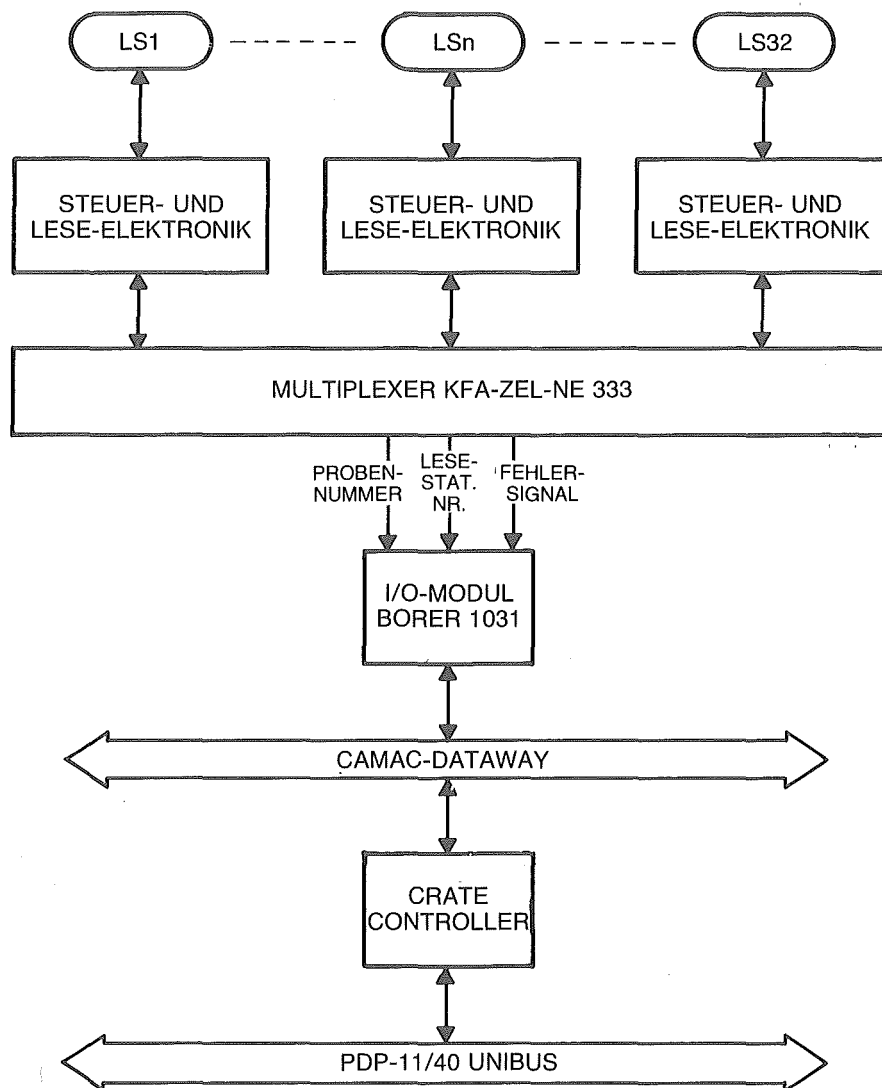


Abbildung 17: Interface-Hardware, Probenidentifizierungssystem

Der Multiplexer übernimmt diese Daten in die für jede Station bereitgestellten Schieberegister. Cyclic-Redundancy-Check für die Prüfung der Daten auf Übertragungsfehler erfolgen durch einen Microcomputer. Probennummer (BCD-codiert), Lesestationsnummer sowie Fehlersignal im Falle nichtidentifizierbarer Proben werden vom Multiplexer an ein Ein/Ausgabe-Modul übergeben. Dieses generiert im Zentralrechner (PDP-11/40) einen Interrupt, durch den ein Task zur Datenübernahme aktiviert wird.



#### 5.1.1.2.2 Probenmagazinierung

Durch die Datenverarbeitung werden das Zentralmagazin, das Make-up-Magazin für die chemische Analytik sowie das Labor- und Box-Magazin (Abb. 5) für die kernphysikalische Analytik unterstützt.

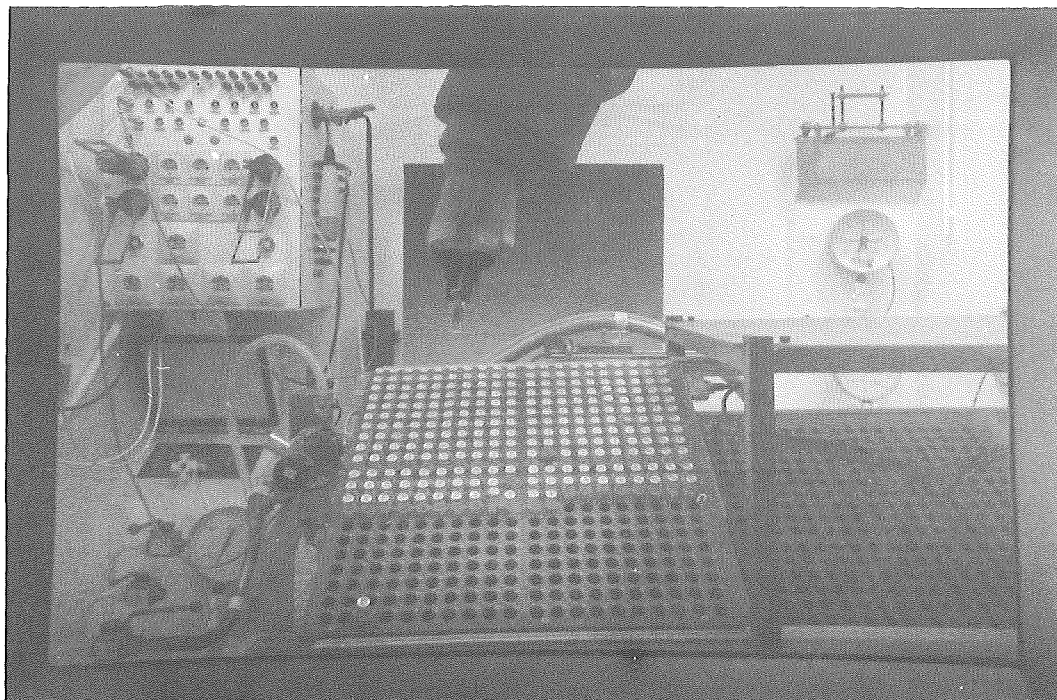


Abbildung 18: Zentralmagazin

Das Zentralmagazin (Abbildungen 18 und 19) besteht aus drei Schubladen mit je 400 Probenplätzen. Die Probenortung erfolgt sowohl durch Protokollierung der Magazinplatznummer entsprechend der rechnergeführten Magazinbelegung wie auch durch optische Signale (Glimmlampen) jeweils für die Schublade und den Magazinplatz innerhalb einer Schublade. Anforderungen zur Probenentnahme werden durch eine zusätzliche Lampe signalisiert (Probenanforderungslampe), die so lange aufleuchtet, bis alle Anforderungen abgearbeitet sind.

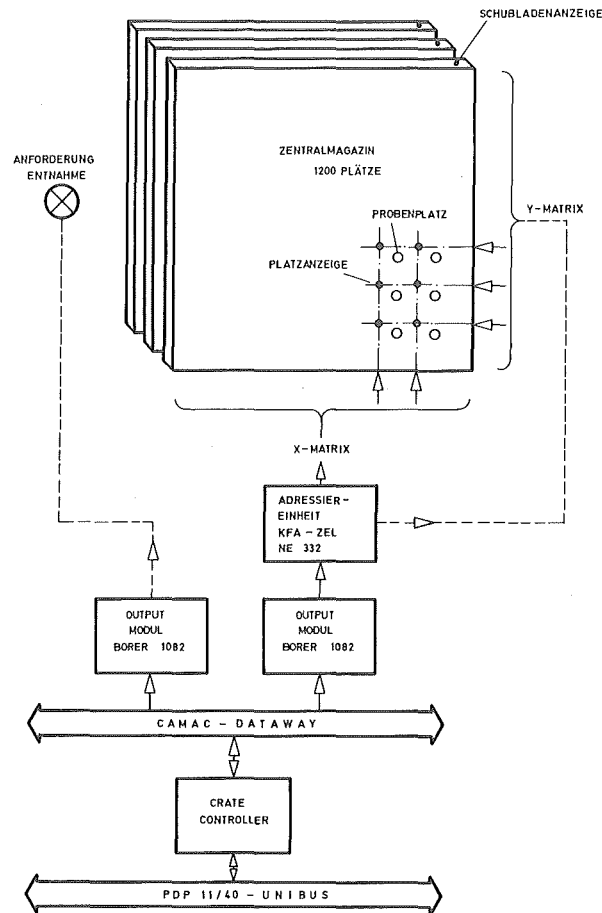


Abbildung 19: Interface-Hardware, Zentralmagazin

Die Signallampen zur Magazinplatz- und Schubladenanzeige werden rechnerseitig über ein 20 x 16 Bit-CAMAC-Output-Register gesteuert, wobei die Adressierung der 400 Magazinplätze einer Schublade über 16 Adreßleitungen (8 Bit-x-Koordinate, 8 Bit-y-Koordinate) erfolgt. Diese Signale werden durch die Adressiereinheit in eine 20 x 10 Bit-Matrix dekodiert. Zur Selektion der aktuellen Schublade dienen 2 weitere Bits des Output-Registers.

Alle übrigen Magazine verfügen lediglich über die Probenanforderungslampe. Probenortung ist auf die Protokollierung der Magazinplatznummer auf dem Magazinterminal bei Bestückung oder Entnahme beschränkt.

### 5.1.2 Übersichtsdarstellung der Softwarekonfiguration

Die Software des Datenerfassungs- und -verarbeitungssystems umfaßt die Teilbereiche System- und Anwendersoftware.

Zur Systemsoftware zählen die Betriebssysteme RSX-11D, RSX-11M und RSX-11S sowie die Networksoftware DECNET. Im Normalbetrieb arbeitet der Zentralrechner (PDP-11/40) unter Kontrolle des Vielzweck-Betriebssystems RSX-11D, dagegen der Vor-Ort-Rechner (PDP-11/10) unter dem execute-only-Betriebssystem RSX-11S. Die Kommunikation zwischen beiden Systemen erfolgt über die Networksoftware DECNET.

Sowohl Generierung des Betriebssystems als auch Erstellung der Anwendersoftware für das speicherresidente Satellitensystem PDP-11/10 erfolgen auf dem Zentralrechner unter dem Betriebssystem RSX-11M (Abb. 20). Anschließend wird das komplette Softwaresystem mittels eines Software-Bootstraps (Down-line-loader) blockweise in das Memory der PDP-11/10 geladen. Zwecks Speicherplatzreduzierung wurde der Vor-Ort-Rechner mit einer Minimal-konfiguration des Betriebssystems ausgerüstet, das im wesentlichen neben der Executive einen Monitor (VMR) und den Network-Device-Handler (NT) enthält. Das Auswertesystem (s. Abschnitt 5.2) besteht aus einem Task.

Der Zentralrechner verfügt dagegen über ein umfangreiches plattenresidentes Betriebssystem (RSX-11D) mit folgender Konfiguration:

- Systemgenerierungs-Software zur Generierung eines Betriebssystems wählbarer Konfiguration,
- RSX-11D Executive zur Organisation und Kontrolle vielfältiger Systemoperationen während des Echtzeit-Multiuser-, Multitask-Betriebs,
- Monitor Console Routine (MCR) zur Kommunikation des Benutzers mit dem System,
- File Control Services (FCS) zwecks Durchführung und Kontrolle der Datenbearbeitung von Files,

- Device-handler Tasks zur Abwicklung von Ein/Ausgabeoperationen von/zu externen Einheiten einschließlich CAMAC- und DECNET-handler,
- System Utility Programme, unterteilt in Hilfen zur Programmentwicklung und Hilfen für generelle Zwecke der File-Manipulation,
- Batch processing Tasks zur Bearbeitung von Jobstreams im Hintergrund ohne Beeinflussung des on-line Betriebs.

Die Anwendersoftware des Zentralsystems (Abschnitt 5.3) stellt den individuellen Teil der installierten Software dar und orientiert sich an den speziellen Anwendungsfällen. Dieser Bereich ist entsprechend dem RSX-11 File-11-System organisiert und umfaßt:

- Quellprogramme,
- Anwenderprogrammbibliotheken mit allgemeinen Unterprogrammen zur Bearbeitung numerischer Verfahren und Durchführung von Datenoperationen (JULI), der anwenderorientierten Plot-Software-Bibliothek (DISP) sowie der Basis-Plot-Software-Bibliothek (DPLBFT),
- Command-Files zur Durchführung von Assembler-, Compiler-, Task-Build-, Remove- und Install-Funktionen,
- Batch Streams zur Generierung des Anwendersystems von der Source-Ebene ausgehend, durch Batch-processing unter Kontrolle des Betriebssystems RSX-11D,
- zentrale sachorientierte Dateien (Abschnitt 5.3.2), bestehend aus 12 globalen Common-Bereichen und mehreren blockstrukturierten Files,
- Anwendertasks zur Echtzeit-Bearbeitung der im Analytikbereich ablaufenden Prozesse (Abschnitt 5.3.1).

Bezüglich des Zeitverhaltens der zu bearbeitenden Prozesse folgt eine Aufteilung der Anwendersoftware in zeitkritische und zeitunkritische Operationen. Softwaremodule zeitkritischer Operationen wie Interruptbearbeitung und Meßwerterfassung sind in maschinenorientierter Sprache (MACRO-Assembler) abgefaßt. Alle übrigen zeitunkritischen Teilbereiche der Anwendersoftware wie User-Kommunikation, Datenorganisation und Experimentauswertung wurden in der problemorientierten Sprache Fortran IV erstellt.

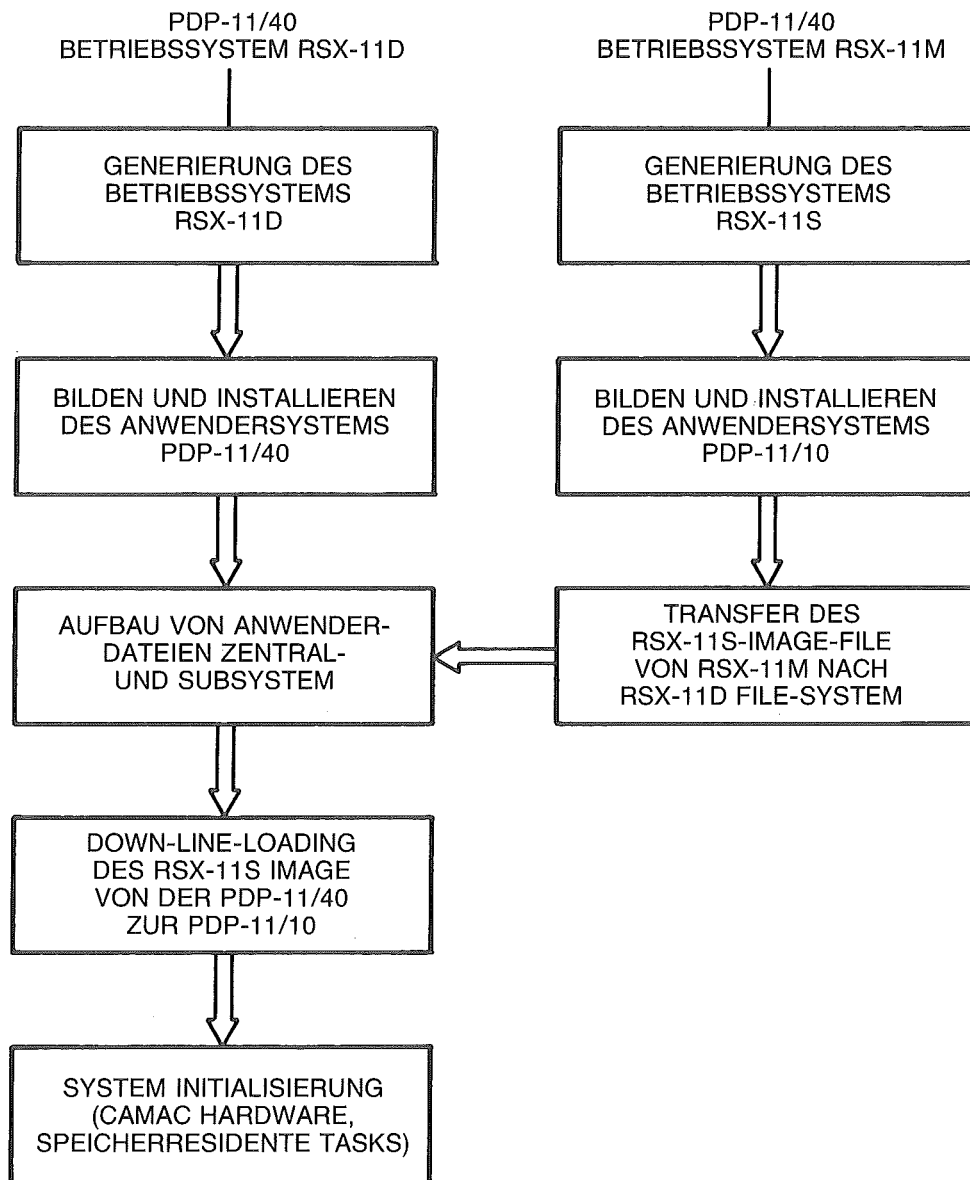
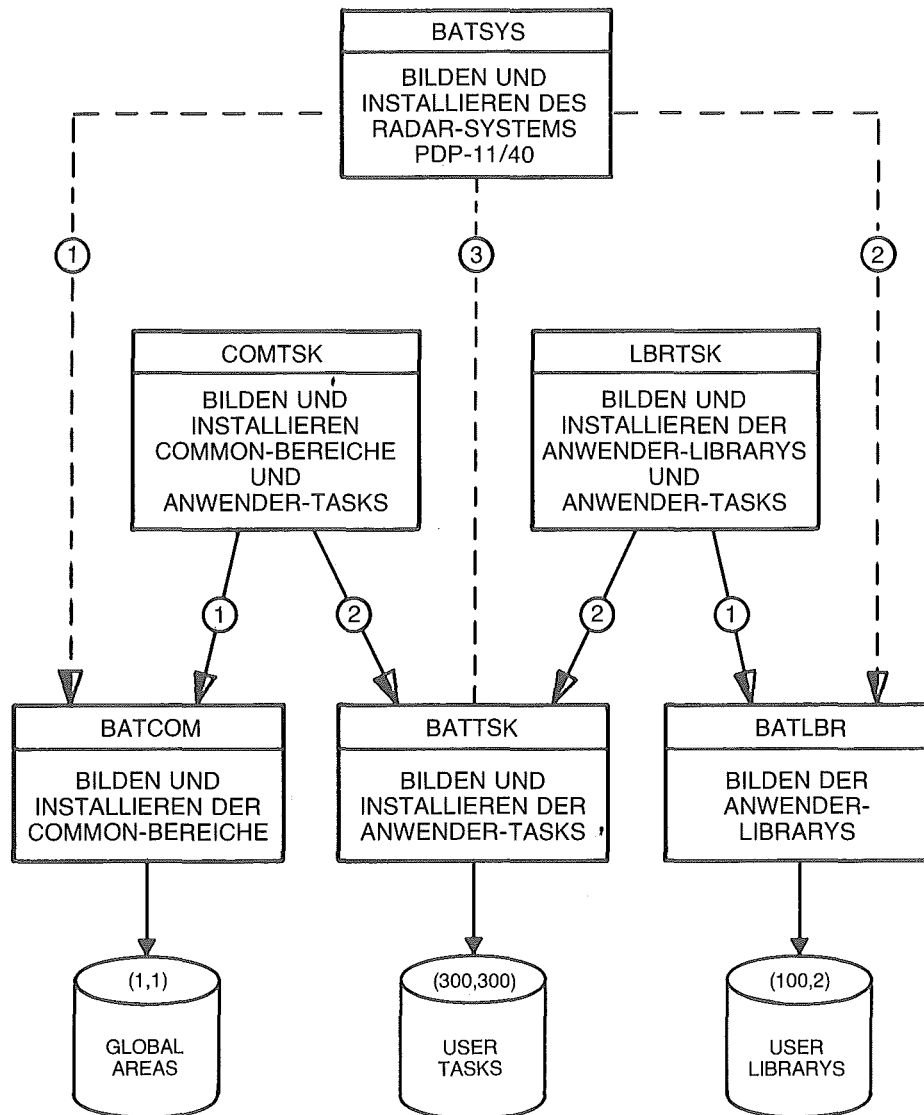


Abbildung 20: Ablauf der Software-Systeminstallation

Die Systeminstallation am Zentralrechner PDP-11/40 erfolgt in den Phasen (Abb. 20):

- Generierung des Betriebssystems RSX-11D entsprechend der vorhandenen Hardware-Konfiguration mit Hilfe der Generierungsprogramme des RSX-11D Distribution-Systems,
- Bilden und Installieren des Anwendersystems,
- Aufbau der Anwenderdateien (s. Abschnitt 6.1) entsprechend der aktuellen Prozeßvariante und der Organisationsstruktur des Analytik-Betriebs,

- Initialisierung des Systems mit den Teiloperationen  
Initialisierung der CAMAC-Hardware und Aktivierung speicher-residenter Tasks, die Signale der Experimentperipherie erfassen.



i - Reihenfolge der Bearbeitung

Abbildung 21: Generierung des Anwendersystems der PDP-11/40

Das Anwendersystem der PDP-11/40 wird mittels Batch-Processing unter Kontrolle des Betriebssystems RSX-11D generiert. Hierzu stehen Job-Streams zur Verfügung, die in mehreren Varianten als Einzel-Jobs oder in verschiedenen Kombinationen angestoßen werden können (Abb. 21) und in folgenden Etappen automatisch

das Anwendersystem, ausgehend von Quellprogrammen, bilden und installieren:

- Bilden und Installieren der globalen Common-Bereiche und der speicherresidenten FORTRAN-Library (FORRES) mittels des Job-Streams "BATCOM",
- Bilden der Anwenderbibliotheken "JULI" und "DISP" (Job-Stream BATLBR),
- Bilden und Installieren der Anwender-Tasks des RADAR-Systems (Job-Stream BATTSK).

## 5.2 Subsystem für in-line Messungen und Probenregistrierung (PDP-11/10)

Aufgaben des im Prozeßbereich installierten Subsystems PDP-11/10 sind:

- on-line Erfassung und Auswertung von in-line Messungen,
- rechnerunterstützte Registrierung von heißen Proben für die Betriebsanalytik.

In-line Messungen beschränken sich auf die Bestimmungen von Dichte, Füllstand, Temperatur des Behälterinhalts sowie Berechnung von Füllvolumen des Behälters und gegebenenfalls der Konzentration einer Komponente.

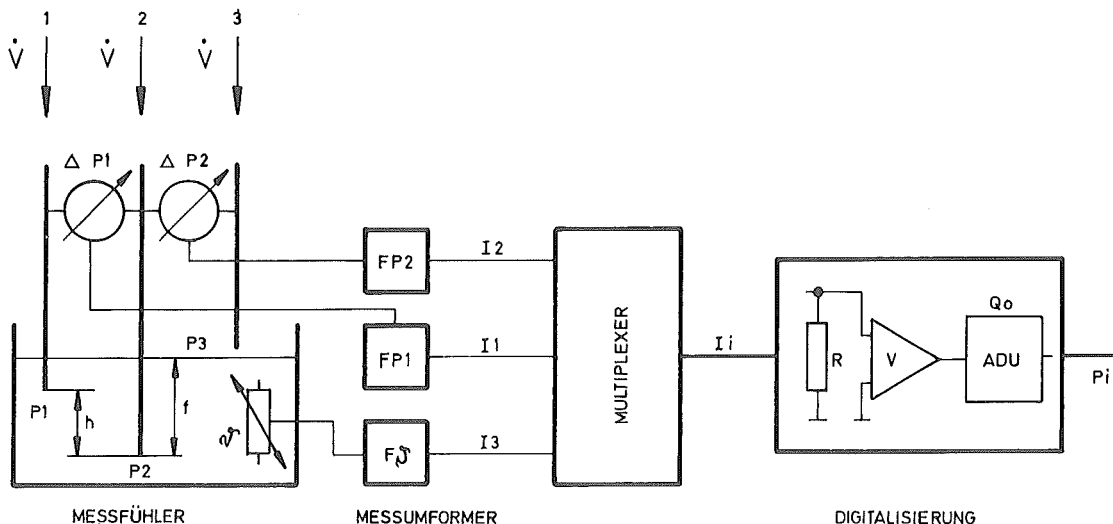


Abbildung 22: Übertragungskette in-line Messungen

Abbildung 22 stellt die Übertragungskette (Meßfühler, Meßumformer, Analog-Digital-Umformer) der in-line Meßgrößen dar. Die Meßumformer liefern für alle Meßgrößen einen eingepreßten Gleichstrom (0-20 mA), der nach Abtastung durch den Multiplexer von einem Analog-Digital-Umformer (ADU) digitalisiert wird.

Dichte und Füllstand werden nach der Einperlmethode bestimmt /8,9/. Die Meßapparatur besteht aus drei im Behälter in verschiedener Höhe angeordneten pneumatischen Peilrohren, die mit Luft konstanter Durchflußmenge ( $\dot{V}=\text{konst.}$ ) durchflutet werden, wobei die Druckdifferenzen  $\Delta p_1$  und  $\Delta p_2$  zwischen diesen Peilrohren durch zwei Präzisions-Differenzdruckmanometer gemessen werden. Die Bestimmungsgleichungen zur Berechnung von Dichte, Füllvolumen, Temperatur und der Konzentration sind in /18, 19/ abgeleitet.

Berechnungen von in-line Konzentrationen aus der Dichte sind nur für solche Behälter möglich, deren Inhalt stöchiometrisch überschaubar zusammengesetzt ist und nur eine Komponente in variabler Konzentration enthalten. Dieses gilt weitgehend für die Bestimmung der Konzentrationen von

- U oder Th in wässrigen Uran- oder Thoriumproduktströmen bei vorgegebenem Sollwert der  $\text{HNO}_3$ -Konzentration,
- TBP im Extraktionsmittel,
- reiner Salpetersäure.

Bei der Bestimmung der Th-Konzentration aus der Dichte von Brennstofflösungen wird von einem bekannten U/Th-Verhältnis des unbestrahlten Brennstoffs ausgegangen sowie die Abbrand-unabhängigkeit der Dichte der Brennstofflösung und eine konstante Zusammensetzung des Lösungsmittels (Thorex-Reagenz) vorausgesetzt.

Die Anwendersoftware des Subsystems besteht aus einem Task zur Bearbeitung der in-line Meßwerte und der Probenregistrierung sowie einem Common-Bereich zur Aufnahme einer Kampagnedatei, der "Kampagnenliste-Behälterkontrolle" (KLBK).

Diese Datei ist behälterorientiert, d.h. jedem erfaßten Behälter wird ein Datensatz zugeordnet (Abb. 23), bestehend aus:

- behälterspezifischen Daten, und zwar:

Behälterbezeichnung (ZST), Probennahmestelle (vorh. ja-nein (P)), Meßstellenbezeichnung (MESS), Meßstellenbestückung (BEST), Meßstellenadresse Multiplexer (MUAD) und Koeffizientensätze zur Berechnung von Temperatur (KT1, KT2), Volumen (EV, FV) und Dichte (A, B, H1, KVT),

- fließschemaabhängige Daten wie Koeffizientensätze zur Konzentrationsberechnung (AC, BC, CC, DC).



\*\*\*\* 07-JUN-79 \*\*\*\*

K A M P A G N E L I S T E B E H A E L T E R K O N T R O L L E  
\*\*\*\*\*

\*\*\*\* TEIL : 1 \*\*\*\*

ZST	BEST	MESS	P	E	IMAX	VMAX	TMAX	H1	A	B	KVT	NFD
D103	DFT	D017	1	1	1.70	9.80	30.	0.11970000E-02	1.000	0.000	-.13500000E-02	0.2625
D301S	DFT	D006	0	1	1.45	0.00	123.	0.28730000E-02	1.000	0.000	0.00000000E+00	1.0500
E119	DFT	E054	1	2	1.02	33.50	35.	0.11970000E-02	1.100	0.000	-.36999999E-03	0.1050
E122	DFT	E074	0	4	0.85	33.50	35.	0.11970000E-02	1.000	-0.100	-.79199998E-03	0.1050
F104	DFT	F025	0	3	1.01	9.80	35.	0.11970000E-02	0.900	0.000	-.58699998E-03	0.2625
H101	DFT	H006	1	3	1.40	55.00	35.	0.11970000E-02	1.000	0.100	-.58699999E-03	0.1050
E124	DFT	E079	1	4	0.85	33.50	35.	0.11970000E-02	1.000	-0.100	-.79199998E-03	0.1050

\*\*\*\* 07-JUN-79 \*\*\*\*

K A M P A G N E L I S T E B E H A E L T E R K O N T R O L L E  
\*\*\*\*\*

\*\*\*\* TEIL : 2 \*\*\*\*

ZST	AC	BC	CC	DC	EV	FV	KT1	KT2	MUAD
D103	0.29813999E+00	0.13788000E+01	0.00000000E+00	0.00000000E+00	12.38	1.000	0.0368	-0.225	17
D301S	0.29813999E+00	0.13788000E+01	0.00000000E+00	0.00000000E+00	0.00	0.000	0.0918	-0.829	17
E119	0.31702000E+00	0.10036700E+01	0.00000000E+00	0.00000000E+00	55.90	5.650	0.0368	-0.225	17
E122	0.22760001E-02	0.74471498E+00	0.00000000E+00	0.00000000E+00	55.90	5.650	0.0368	-0.225	17
F104	0.33734000E+03	-.14243900E+03	-.28039801E+03	0.85469002E+02	12.38	1.000	0.0368	-0.225	17
H101	0.16410500E+04	-.71231000E+03	-.12742800E+04	0.33793701E+03	104.60	10.480	0.0368	-0.225	17
E124	0.22760001E-02	0.74471498E+00	0.00000000E+00	0.00000000E+00	55.90	5.650	0.0368	-0.225	17

Formelzeichen

BEST = Meßstellenbestückung (D-Dichte, F-Füllstand, T-Temperatur)

P = Probenahme P =  $\begin{cases} 1 & \text{Probenahme} \\ 0 & \text{keine Probenahme} \end{cases}$

E = Komponente E =  $\begin{cases} 1 & \text{Th} \\ 2 & \text{U} \\ 3 & \text{HNO}_3 \\ 4 & \text{TBP} \end{cases}$

MUAD = Meßstellenadr. Multiplexer

Abbildung 23: Kampagneliste Behälterkontrolle

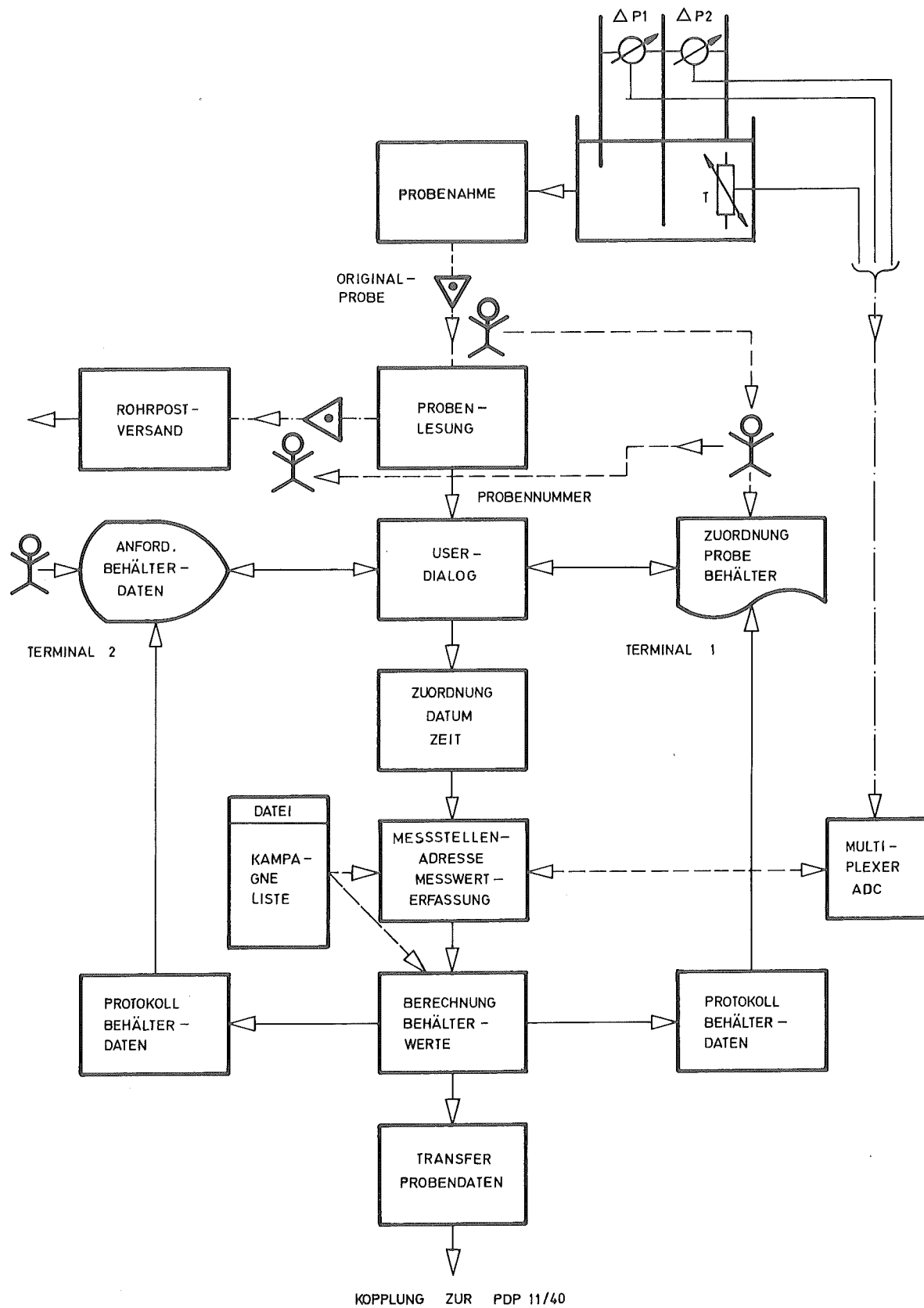


Abbildung 24: Informations- und Datenfluß Satelliten-System

Die Kapazität der KLBK entspricht mit Datensätzen für 60 Behälter den Prozeßgegebenheiten.

Abbildung 24 stellt den Informations- und Datenfluß des Anwendersystems dar. Initialisierung und Ablauf von Bearbeitungsprozessen sind terminalorientiert.

Es gilt die Zuordnung:

- Probenregistrierung - Terminal 1 (LA36),
- in-line Prozeßkontrolle - Terminal 2 (VT05).

Aus der Analyse der Bearbeitungsprozesse resultiert eine Zusammenfassung einzelner Verwaltungsfunktionen in die Teilbereiche

- User-Dialog,
- Meßwerterfassung,
- Auswertung,
- Protokollierung,
- Datentransfer zur PDP-11/40.

Bei Probenregistrierung kann der User-Dialog (Terminal 1) durch Lesung der Originalprobe in der Lesestation bzw. durch Code-Wort-Bedienung bei Ausfall der Lesestation initiiert werden. In beiden Fällen wird am Terminal im Dialogverfahren Zapfstelle, Charge und Laborzuordnung (Herkunft und Ziel der Probe) eingegeben.

Nach rechnerseitiger Zuordnung von Datum und Zeit (Echtzeituhr) wird die in-line Meßwerterfassung initiiert, wobei entsprechend der Meßstellenbestückung (KLBK) sequentiell Meßwerte eingelesen und ausgewertet werden. Jeder Probenregistrierung folgt eine Protokollausgabe. Bei Fehllesungen bzw. nicht-identifizierbaren Proben werden Fehlermeldungen ausgegeben.

Das Auswerteprotokoll (Abb. 25) enthält:

- formale Daten über die Behälterbestückung,
- Rohmeßdaten, d.h. relative, auf den Meßbereich bezogene digitale Meßwerte der Differenzdrücke MP1, MP2 und der Temperatur MT,

- ausgewertete Behälterdaten,
- Ergebnisse der Grenzwertkontrolle.

BEHAELTER- UND GRENZWERTKONTROLLE					DATUM:11-JUN-79 - ZEIT:16.54				
-----									
BEHAELTER-NR. D103		- ERFASST: DFT		- MESSSTELLE D017		PROBE: JA			
BEH.-ROHDATA:		MP1 = 84.68 [%]		MP2 = 39.68 [%]		MT = 45.12 [%]			
K O N Z E N T R A T I O N									
-----									
DICHTE	VOL	TEMP	BEZ.-T	THORIUM	URAN (238)	HN03	TBP		
[G/CCM]	[L]	[GRD]	[GRD]	[G/L]	[M]	[G/L]	[M]	[M]	[VOL-%]
1.670	6.802	27.0	20.0	226.33	0.976	-	-	-	-
			DMAX	VMAX	TMAX				
			-----	-----	-----				
GRENZWERT			1.70	9.8	30.0				
ISTWERT			1.67	6.8	27.0				
DIFFERENZ			-0.03	-3.0	-3.0				
-----									

Abbildung 25: Auswerteprotokoll der in-line Messungen

Anschließend wird ein Datensatz (22 Festworte) mit den prozeß-spezifischen Probandaten aufgebaut und zum Zentralrechner zur zentralen Erfassung der registrierten Proben transferiert. Parallel zu dieser Operation wird die Probe mit der Rohrpost zum Zentralmagazin versandt.

Unabhängig von der Probenregistrierung kann zur Beobachtung des Prozeßverlaufs der User-Dialog vom Terminal 2 initiiert werden, worauf ebenfalls der beschriebene Ablauf mit Ausnahme des Datentransfers in Gang gesetzt wird.

### 5.2.1 Aufbau der Kampagneliste - Behälterkontrolle

Die "Kampagneliste - Behälterkontrolle" ist Bestandteil des unter dem Betriebssystem RSX-11M am Zentralrechner PDP-11/40 erstellten RSX-11S-Software-Systems (Image) der PDP-11/10. Aufbau und Modifikation dieser Datei erfolgen, indem in einer Kopie des RSX-11S-Images am Zentralrechner PDP-11/40 unter dem Betriebssystem RSX-11D interaktiv Änderungen im Common-Bereich des RSX-11S-Systems vorgenommen werden.

Das geänderte RSX-11S-Image wird anschließend unter vorübergehender Unterbrechung der rechnerunterstützten Aktivitäten im Prozeßbereich über "down-line-loading" von der PDP-11/40 zur PDP-11/10 transferiert.

Aufbau und Modifizierung der "Kampagneliste - Behälterkontrolle" umfassen:

- Eintragung der Zapfstellenbezeichnung (Task INKB, Abb. 26) durch Eingabe der laufenden Zapfstellennummer und des Zapfstellennamens,
- Modifizieren oder Eintragen eines Datensatzes für eine Zapfstelle (Task BHK, Abb. 27) bzw. Ausgabe der gesamten Datei am Schnelldrucker (Abb. 23).

```

MCR>RUN INKB$

EINGABE DER ZAPFSTELLENNAMEN IN DIE KAMPAGNELISTE
DER BEHAELTERKONTROLLE !

BEISPIEL EINER EINGABE :
NUMMER,ZAPFSTELLE : 06,D304

NUMMER,ZAPFSTELLE : 08,D112
NUMMER,ZAPFSTELLE :

*** ENDE - INKB ***

```

Abbildung 26: Benutzer-Dialog, Eintragung der Zapfstellennamen  
(Benutzereingaben sind unterstrichen)

```

MCR>RUN BHK0$

AUFBAU UND MOD. DER BEH.-KONTR.-KAMPAGNELISTE !

GIB MODE: M = MODIFIZIEREN EINER ZEILE
          E = EINTRAGEN EINER ZEILE
          D = DRUCK DER LISTE AM SCHNELLDRUCKER
          : E

GIB ZAPFSTELLE : D112
BEST : DFT
MESS : D019
P : 1
NFD : 0.25
H1 : 0.00123
A : 1.0
B : 0.0
E : 3
MUAD : 17
AC : 0.3125564
BC : 1.654
CC : 0.0
DC : 337.0
KVT : -0.000456
EV : 55.9
FV : 5.89
KT1 : 0.0456
KT2 : -0.324
DMAX : 1.65
VMAX : 32.5
TMAX : 35.0

```

```

***** 29-APR-81 *****
KAMPAGNE DATEN : D112
BEST : DFT
MESS : D019
P : 1
NFD : 0.2500000E+00
H1 : 0.1230000E-02
A : 0.1000000E+01
B : 0.0000000E+00
E : 3
MUAD : 17
AC : 0.3125564E+00
BC : 0.1654000E+01
CC : 0.0000000E+00
DC : 0.3370000E+03
KVT : -0.4560000E-03
EV : 0.5590000E+02
FV : 0.5890000E+01
KT1 : 0.4560000E-01
KT2 : -0.3240000E+00
DMAX : 0.1650000E+01
VMAX : 0.3250000E+02
TMAX : 0.3500000E+02
*****

```

Abbildung 27: Eingabe eines Datensatzes für eine Zapfstelle  
in die Kampagneliste Behälterkontrolle

### 5.3 Zentralsystem PDP-11/40

Aufgabe des Zentralsystems ist die Echtzeitbearbeitung vermaschter technischer Prozesse im Bereich der Betriebsanalytik. Der Ablauf dieser Prozesse erfolgt rechnerunterstützt oder rechnergesteuert. Bedingt durch die vor Ort Gegebenheiten (Abschnitt 5), lassen sich nur orts- und zeitunabhängige Prozesse rechnergesteuert ausführen. Es handelt sich dabei um:

- Aufbau und Verwaltung von Dateien und
- Probenregistrierung.

Rechnerunterstützt ablaufende Prozesse enthalten sowohl rechnergesteuerte als auch manuell und/oder mechanisch ausgeführte Prozeßsegmente. Diese Prozesse werden repräsentiert durch:

- Magazinverwaltung mit den Teilaufgaben Magazinbeschickung, Verwaltung der Magazinbelegung, Probenbestellung und Magazin-entnahme,
- Probenverteilung mit Probenidentifizierung, Probenflußverfolgung und vielfältige Datenzuordnungen,
- Analysendurchführung mit den Teilbereichen Präparation, Meßwerterfassung und Auswertung,
- Eichung von Analysengeräten.

Abbildung 28 enthält neben einer Aufstellung der in das Zentralsystem integrierten Teilbereiche global die Kommunikation des Anwenders mit dem Zentralrechner sowie die grundsätzliche Struktur der Anwenderdaten.

Neben den bisher betrachteten Bedingungen resultiert die Festlegung datenverarbeitungsrelevanter Teilprozesse sowie deren Schnittstellen sowohl aus den Verknüpfungen zwischen den Prozessen als auch aus einer detaillierten Analyse der Prozeßabläufe.

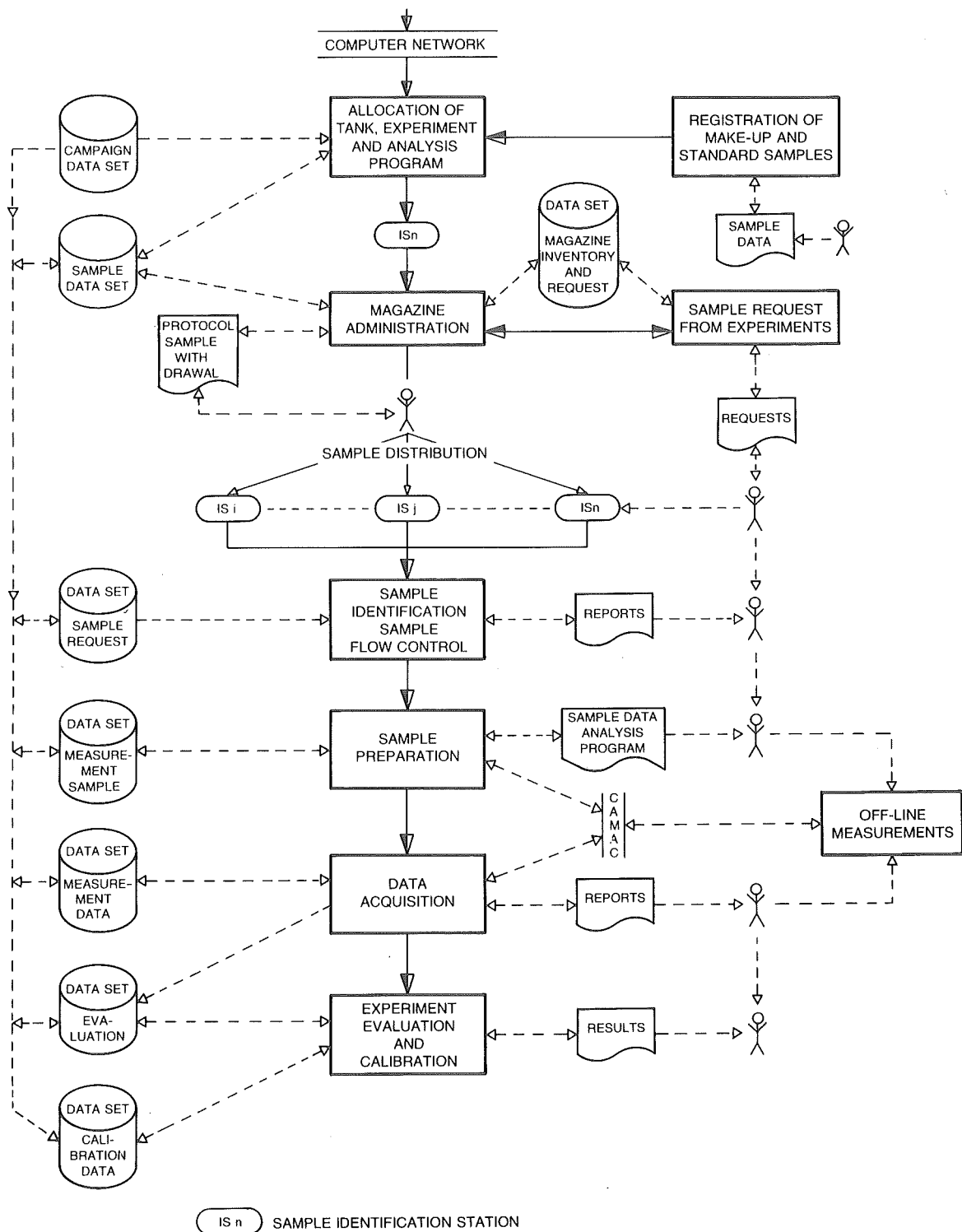


Abbildung 28: Übersichtsdarstellung rechnerintegrierter Teilprozesse des Analytikbetriebs



Wichtige Voraussetzungen für den funktionalen Ablauf solcher Prozesse sind:

- eindeutig definierte Schnittstellen zwischen manuell oder mechanisch ausgeführten und rechnerintegrierten Funktionen sowie
- effektive und flexible Unterstützung des Anwenders an diesen Schnittstellen durch interaktive Kommunikation mit dem Datenverarbeitungssystem.

#### 5.3.1 Struktur des Anwendersystems

Die in das Zentralsystem einbezogenen Teilprozesse setzen sich aus einer Reihe sequentiell ablaufender Einzelfunktionen zusammen, die in folgende Datenverarbeitungsoperationen eingeteilt werden können:

- Ein-Ausgabe-Operationen mit Abspeicherung oder Abruf von Datensätzen der Anwenderdateien,
- Zuordnung, Umspeicherung neu erfaßter bzw. bereits vorhandener Datensätze nach vorgegebenen Kriterien zum Aufbau temporärer Dateien,
- Entschlüsselung und Bearbeitung von Signalen (Interrupts) zur Einleitung von Folgebearbeitungen bzw. Übernahme von Daten der rechnerexternen Peripherie,
- numerische Auswerteverfahren.

Eine oder mehrere dieser Operationen bilden eine abgegrenzte Teilaufgabe (Task), die durch ein ablauffähiges Programm repräsentiert wird. Der Echtzeitbetrieb des Zentralsystems wird bewirkt durch simultanen Ablauf mehrerer Tasks bei gleichzeitiger Bearbeitung unterschiedlicher, durch sequentielle Taskabläufe charakterisierter Prozesse.

Alle Anwender-Tasks kommunizieren miteinander über dynamische Puffer, die Send-/Receive-Puffer zur Aufnahme von Task-Parameter, sowie über plattenresidente externe Common-Bereiche und Datenfiles mit direktem Zugriff zur Aufnahme größerer Datenmengen (Abb. 29).

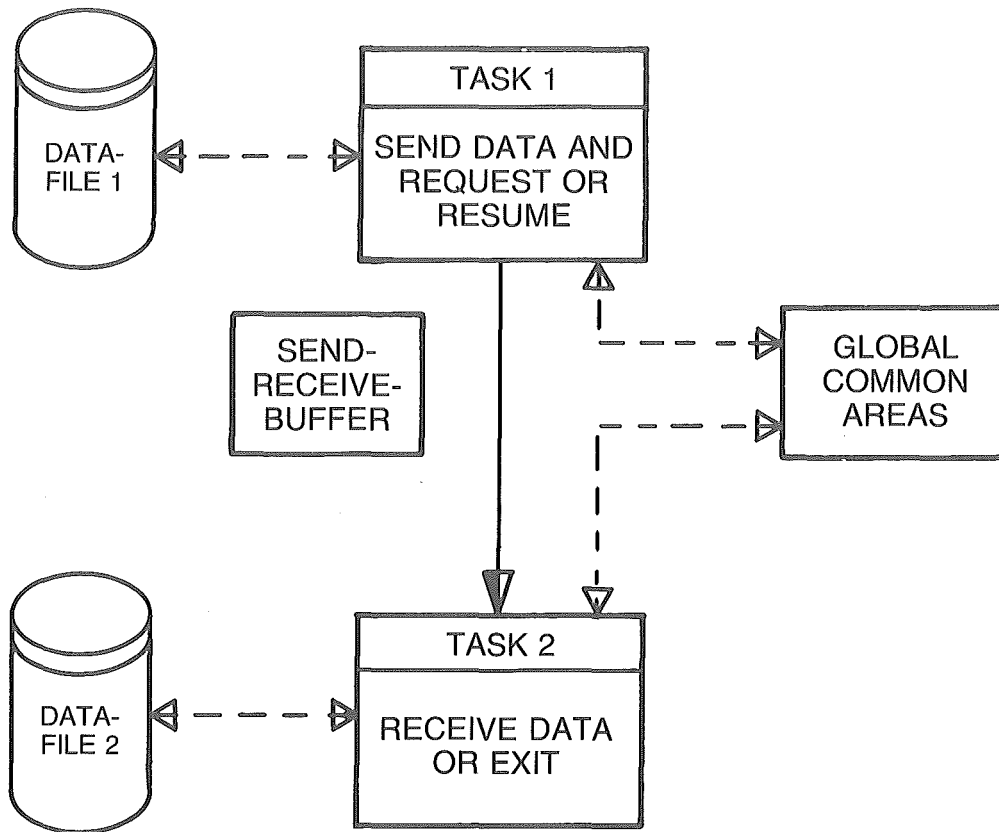


Abbildung 29: Schnittstellen zur Intertaskkommunikation

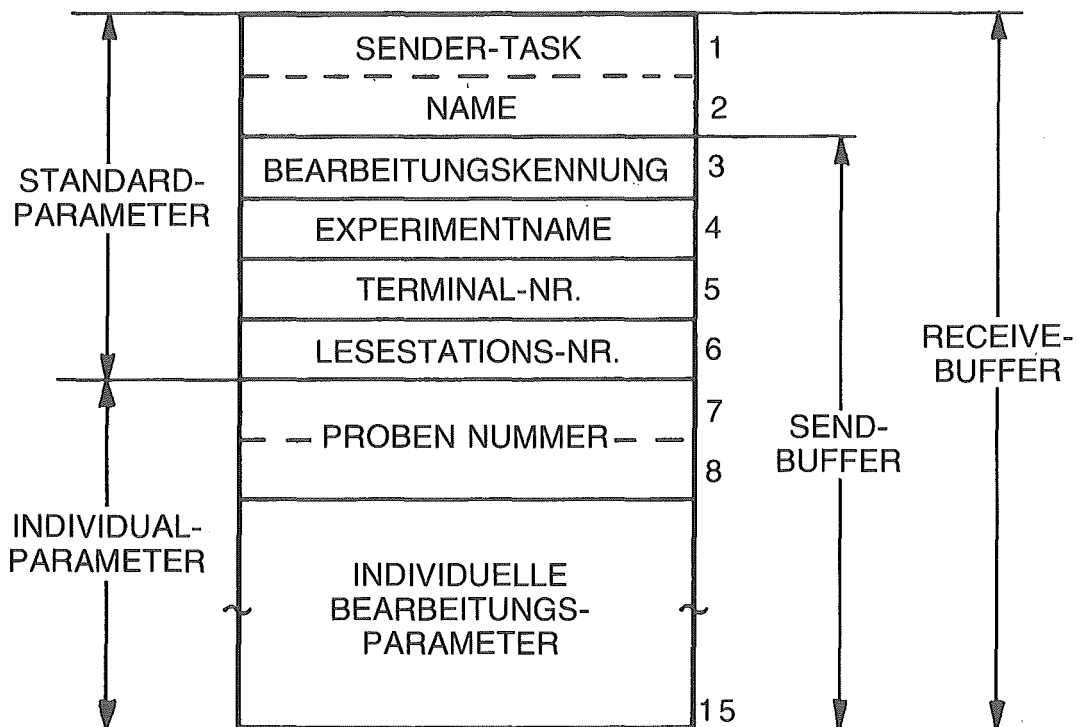


Abbildung 30: Struktur des Send-/Receive-Puffers

Die Struktur der Send-/Receive-Puffer ist für alle Bearbeitungs-Tasks einheitlich festgelegt (Abb. 30).

Während der beim Aufruf eines Tasks übergebene dynamische Puffer nur für den Sender bzw. Empfänger-Task von Bedeutung ist, enthalten die externen Common-Bereiche und Datenfiles globale Datenstrukturen für das gesamte Anwenderprogrammsystem (siehe Abschnitt 5.3.2).

Bei Aktivierung eines Tasks wird der zugehörige Common-Bereich gleichzeitig in den Arbeitsspeicher geladen und bleibt bei simultanem Aufruf anderer mit diesem Common-Bereich gebundener Tasks bis zu deren Abarbeitung speicherresident. Während dieser Zeit steht der Common-Bereich mehreren Tasks zum simultanen, schnellen, wortorientierten Zugriff zur Verfügung. Dagegen sind Datenfiles dauernd plattenresident und gestatten jeweils einem Task einen sequentiellen block- oder recordstrukturierten Datenzugriff.

Ein wesentliches Merkmal der zentralen Organisationsform des Anwendersystems resultiert aus der Zusammenfassung ähnlicher Datenverarbeitungsoperationen unterschiedlicher Prozesse zu fünf Teilsystemen mit folgenden Aufgaben (Abb. 31):

- Bedienungssystem zum Aufbau und zur Modifizierung von Anwenderdateien und Aktivierung manuell eingeleiteter Bearbeitungsprozesse anderer Teilsysteme,
- Interrupt- und Meßwerterfassungssystem zur Erkennung von Interrupts on-line gekoppelter Experimente, Erfassung von Daten des Probenidentifizierungssystems und Meßdaten on-line gekoppelter Analysenapparaturen, Magazinverwaltung sowie zur Einleitung von Folgebearbeitungen anderer Teilsysteme,
- Datenorganisationssystem zwecks Probenregistrierung, Verwaltung von Dateien und Aufbau von Common-Schnittstellen zur Intertaskkommunikation,
- Protokollsystem zur Ausgabe von Meldungen und Zustandsinformationen aller Teilsysteme,
- Auswertesystem zum Aufbau der Auswerteschnittstellen und zur Aktivierung experimentspezifischer Auswertetasks zwecks Auswertung von Meßdaten und Ausgabe von Analysenberichten auf zugeordneten Terminals.

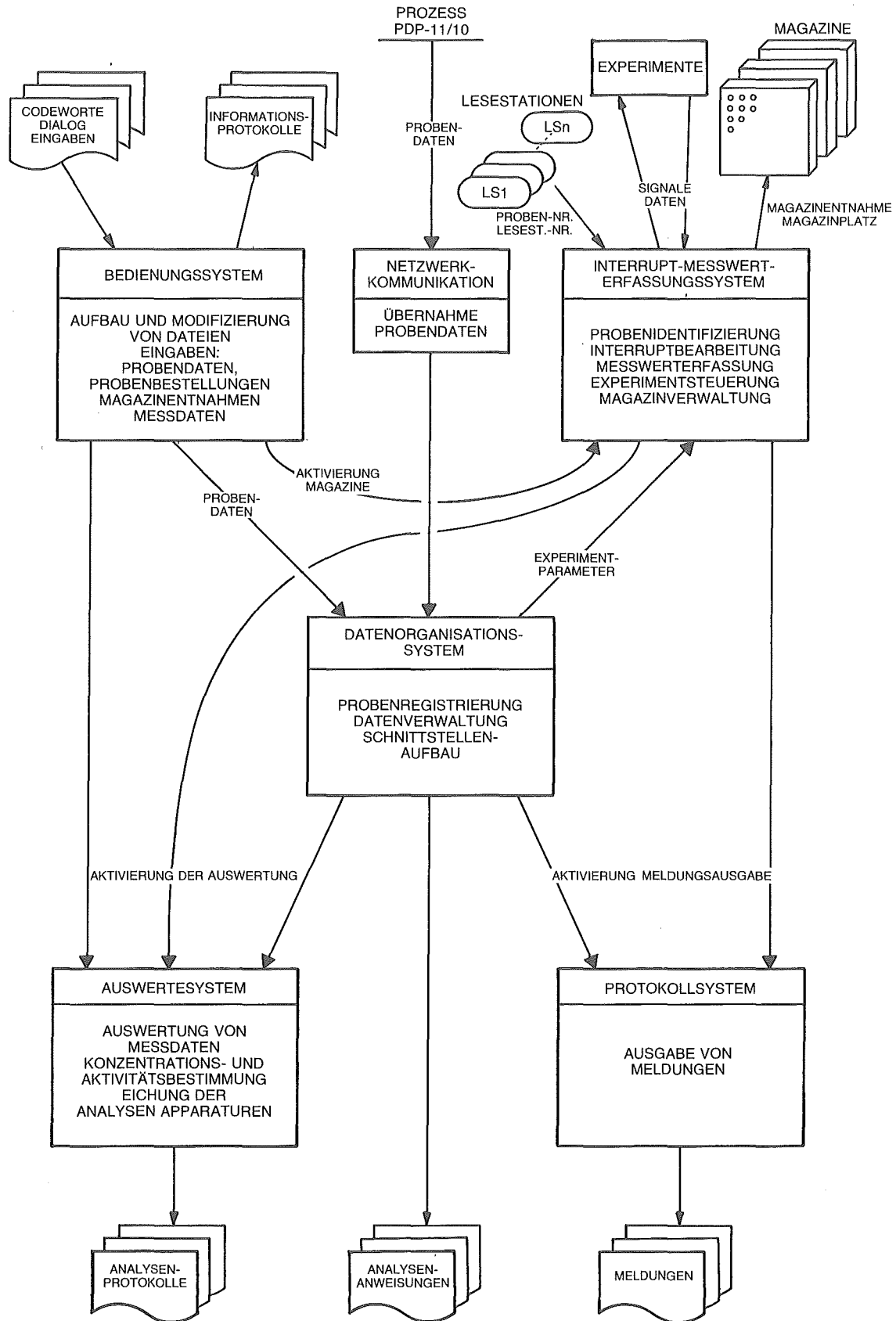


Abbildung 31: Kommunikation der Teilsysteme

Jedes Teilsystem besteht aus einem zentralen Koordinierungstask - dem Zentralteil - und einer Reihe individueller Anwendertasks zur Bearbeitung unterschiedlicher Verwaltungsfunktionen.

Rechnerintegrierte Bearbeitungsprozesse werden durch das Bedienungs- oder Interrupt- und Meßwerterfassungssystem aktiviert. Diese Teilsysteme verfügen über eine Reihe von Initialisierungstasks (siehe Abschnitt 5.3.3 bis 5.3.7), die bei Aktivierung der zugeordneten Zentralteile im "Send"-Puffer Parameter übergeben, anhand derer die Zentralteile wiederum Tasks zur Folgebearbeitung aufrufen. Bei den übergebenen Parametern handelt es sich um Daten wie Terminalnummer und Code-Wort beim Bedienungssystem oder Lesestations- und Probennummer bei Probenlesungen bzw. Bearbeitungskennungen entsprechend der zugeordneten Interrupts der Experimentperipherie beim Interrupt- und Meßwerterfassungssystem.

Innerhalb eines Teilsystems wird die Sequenz der Bearbeitungstasks im Zentralteil durch programmierte Folgesteuerungen vorgegeben, die mittels Bearbeitungskennungen adressiert werden. Die programmierten Folgesteuerungen in den Zentralteilen orientieren sich an folgenden Kriterien:

- Bedienungssystem, codewortzugeordnete Aktivierung des folgenden Bearbeitungstasks,
- Interrupt- und Meßwerterfassungssystem, experimentspezifische Zuordnung von Interrupts zur Interruptbehandlungs-, Meßwert- erfassungs- und anderen Bearbeitungstasks sowie lesestationsabhängige Zuordnung von Probenidentifizierungen zu Bearbeitungstasks,
- Datenorganisationssystem, Aufteilung in lesestationsabhängige und -unabhängige Zuordnungen zu Bearbeitungsfolgen,
- Auswertesystem, experiment- und analysenverfahrenspezifische Zuordnung zu Bearbeitungsfolgen.

Ein abgelaufener Bearbeitungstask aktiviert jeweils den Zentralteil zur Einleitung der nächsten Folgebearbeitung, bis der aktuelle Bearbeitungsprozeß innerhalb dieses Teilsystems abgeschlossen ist. Die zentral organisierte Bearbeitungsart besitzt gegenüber der sequentiellen Bearbeitung folgende Vorteile:

- zentrale, flexible Steuerung und Kontrolle der vorgegebenen Taskablaufsequenz,
- Möglichkeit zum Aufbau von Warteschlangen bei schneller sequentieller Aktivierung des gleichen Bearbeitungsprozesses,
- einfache Erweiterung bzw. Änderung von Prozeßabläufen durch Einfügen zusätzlicher Bearbeitungstasks und Modifizierung der Adressierung im Zentralteil.

Zentrale Bedeutung für die Steuerung der Bearbeitungsprozesse innerhalb der Teilsysteme Interrupt- und Meßwerterfassung, Datenorganisation und Auswertung hat die Zuordnung von Lesestationen zu einzelnen Hardware-Komponenten wie Magazine, Präparationssysteme und Analysengeräte (Abb. 8). Aus der zeitlichen Folge von Probenidentifizierungen und einer Analyse der durch die Lesungen einzuleitenden Teilprozesse ergeben sich lesestationsabhängige Zuordnungen zu Taskablaufsequenzen. Diese Zuordnungen sind zum Teil in einer variabel programmierbaren Organisationsdatei abgespeichert (lesestationsabhängige Parameter, siehe Abschnitt 6.1.9.1) oder als feste Zuweisungen von Lesestationen zu Folgebearbeitungen in den Zentralteilen berücksichtigt.

Die Kommunikation zwischen den Teilsystemen erfolgt, indem ein Bearbeitungstask des Sendersystems den Zentralteil des Empfängersystems aktiviert. Die Folgebearbeitung wird im Zentralteil des Empfängersystems sowohl aus den im Receiver-Puffer empfangenen Daten (Bearbeitungskennung) als auch anhand der lesestationsabhängigen Parameter abgeleitet.

Rechnergesteuerte Prozesse werden nach einmaliger manueller Aktivierung an einem Terminal des Bedienungssystems vorwiegend innerhalb eines Teilsystems abgearbeitet.

Der Ablauf rechnerunterstützter Prozesse wird dagegen durch externe orts- und zeitabhängige Aktivierungen der rechnerintegrierten Segmente dieser Prozesse bestimmt, deren Taskablaufsequenzen durch programmierte Folgesteuerungen vorgegeben sind. Diese Aktivierungen erfolgen für alle Prozesse zentral durch Anstoßen des Interrupt- und Meßwerterfassungs- oder Bedienungs-

systems. Hier werden Initialisierungs- und Bearbeitungstasks mehrerer Teilsysteme individuell für jeden Prozeß nacheinander angestoßen.

Bedingt durch die zentrale Organisationsform sowie den modularen Aufbau der Teilsysteme mit standardisierten Nahtstellen läßt sich ein Analytikbetrieb mit erweiterbarer hierarchisch organisierter Rechnerunterstützung der einzelnen Experimente verwirklichen.

### 5.3.2 Dateienstruktur

Entsprechend der zentralisierten Organisationsform verfügt das Anwendersystem über zentrale, sachorientierte, für alle Teilbereiche gültige Anwenderdateien.

Anwenderdateien werden erstmalig während der Generierung des Anwendersystems unter dem Betriebssystem RSX-11D mittels der Systemhilfsprogramme als Common-Tasks und Random-Files gebildet.

Ein Teil dieser Dateien wird vom Anwender (Abb. 32) durch interaktive Eingaben an den Terminals des Bedienungssystems entsprechend der Organisation des Analytikbetriebs und der aktuellen Prozeßvariante aufgebaut. Diese Dateien können während des regulären Laborbetriebs jederzeit an modifizierte Erfordernisse des Prozesses (Kampagnenwechsel) und der Laborautomatisierung angepaßt werden.

Der zweite Teil der Anwenderdateien wird vom Anwendersystem selbst während des Laborbetriebs aufgebaut und verwaltet.

Bezüglich des Informationsgehalts sind die Anwenderdateien in die Sachbereiche (Abb. 32) Organisationsdateien, Experimentdateien, Prozeß- und Kampagnendateien und Verwaltungsdateien gegliedert.

Organisationsdateien enthalten spezifische Parameter der Datenorganisation und Laborverwaltung. Diese Dateien werden bei Installation des Anwendersystems definiert und nur bei Änderungen rechnerintegrierter Bearbeitungsprozesse modifiziert.

Hierzu gehören:

- Definition lesestationsabhängiger Parameter,
- Definition der Volumenkorrekturliste zur Eintragung des Volumens bei Umfüllproben und Meßpräparaten sowie Volumenkorrektur bei Aliquotenentnahme während der Präparation,
- Festlegung der Meldungen des Protollsystems.

Experimentdateien umfassen analysenverfahrenspezifische Daten.

Deren Aufbau umfaßt:

- Festlegung von Experimentnamen (Tabelle 1),
- Definition von Analysenprogrammdateien (ANPRO),
- Eingabe von Experiment-Koeffizienten sowie Eich- und Korrekturfunktionen für Zwecke der Auswertung von Meßdaten.

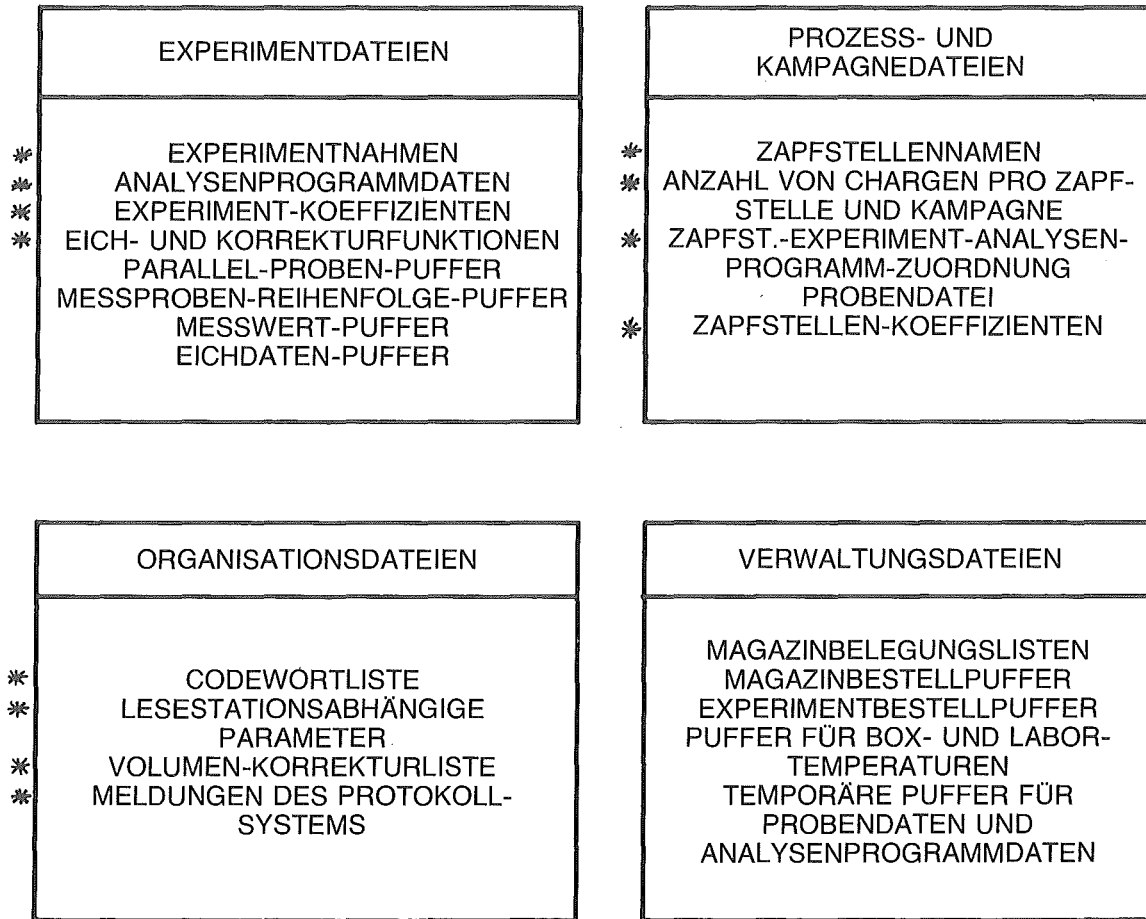
Jedem Experiment ist ein einheitlich strukturierter Analysenprogrammdateiensatz, bestehend aus mehreren Analysenprogrammen - Experiment-Ablaufvarianten - zugeordnet. Ein Analysenprogramm umfaßt Präparations- und Analysenvorschriften einschließlich Geräteeinstellungen sowie Adressen für Koeffizientensätze zur Auswertung von Meßdaten.

Analysenprogramme dienen zur Information des Experimentators über den Analysenverlauf (Protokollausgabe vor Beginn der Präparation), zur Steuerung des Präparations- und Analysenablaufs und als Versorgungsparameter für die Auswertung.

Prozeß- und Kampagnendateien werden vor Kampagnebeginn aufgebaut und können während des Kampagneablaufes modifiziert werden. Der Aufbau dieser Daten umfaßt:

- Definition von Zapfstellenbezeichnungen sowie der max. Chargenzahl pro Zapfstelle und Kampagne,
- Zuordnung Zapfstelle-Experiment-Analysenprogramm, wobei einer Zapfstelle max. 16 Experimente und jedem Experiment ein Analysenprogramm zugeordnet werden können,
- Definition zapfstellenabhängiger Koeffizienten.





\* Dateien, die vom Anwender durch interaktiv unterstützte Eingaben (Bedienungssystem) aufgebaut werden.

Abbildung 32: Übersichtsdarstellung der Anwenderdateien

Zur Speicherung der Probandaten aller registrierten Proben und Meßpräparate dient die Probanddatei. Diese Datei wird vom Anwendersystem verwaltet.

Verwaltungsdateien umfassen Magazinbelegungslisten, Magazinbestellpuffer für lesestationszugeordnete Daten wie Box- und Labor-temperaturen, Probandaten und Analysenprogrammdaten. Diese Dateien werden ausschließlich vom Anwendersystem aufgebaut und verwaltet.

Temporäre Puffer dienen als Zwischenpuffer für lesestationszugeordnete Daten während der simultanen Durchführung lesestationsabhängiger Bearbeitungsprozesse.

Lfd. Nr.	Exp. NAME	Experimentbezeichnung	Kurzzeichen
01	11	Titration (heiß und kalt)	TIT
02	12	Röntgenfluoreszenzanalyse (heiß und kalt)	RFA
03	13	Gaschromatographie	GC
04	14	Dichtemessung	DIM
05	15	Polarographie (heiß und kalt)	POL
06	16	Fluoridbestimmung	FLB
07	17	Produktspezifikation	PSP
08	18	Sulfitbestimmung	SUL
09	19	Frei (chemische Analytik)	
10	21	Ionisationskammermessung	ION
11	22	Gamma-Halbleiter-Messung (Gamma-Spektrometrie)	GHM
12	23	Gross-Gamma-Zählung	GGM
13	24	Gross-Beta-Zählung	GBM
14	25	Frei (kernphysikalische Analytik I)	
15	31	Alpha-Spektrometrie	ASP
16	32	Frei (kernphysikalische Analytik II)	

Tabelle 1: Experimentnamen und Experimentbezeichnungen

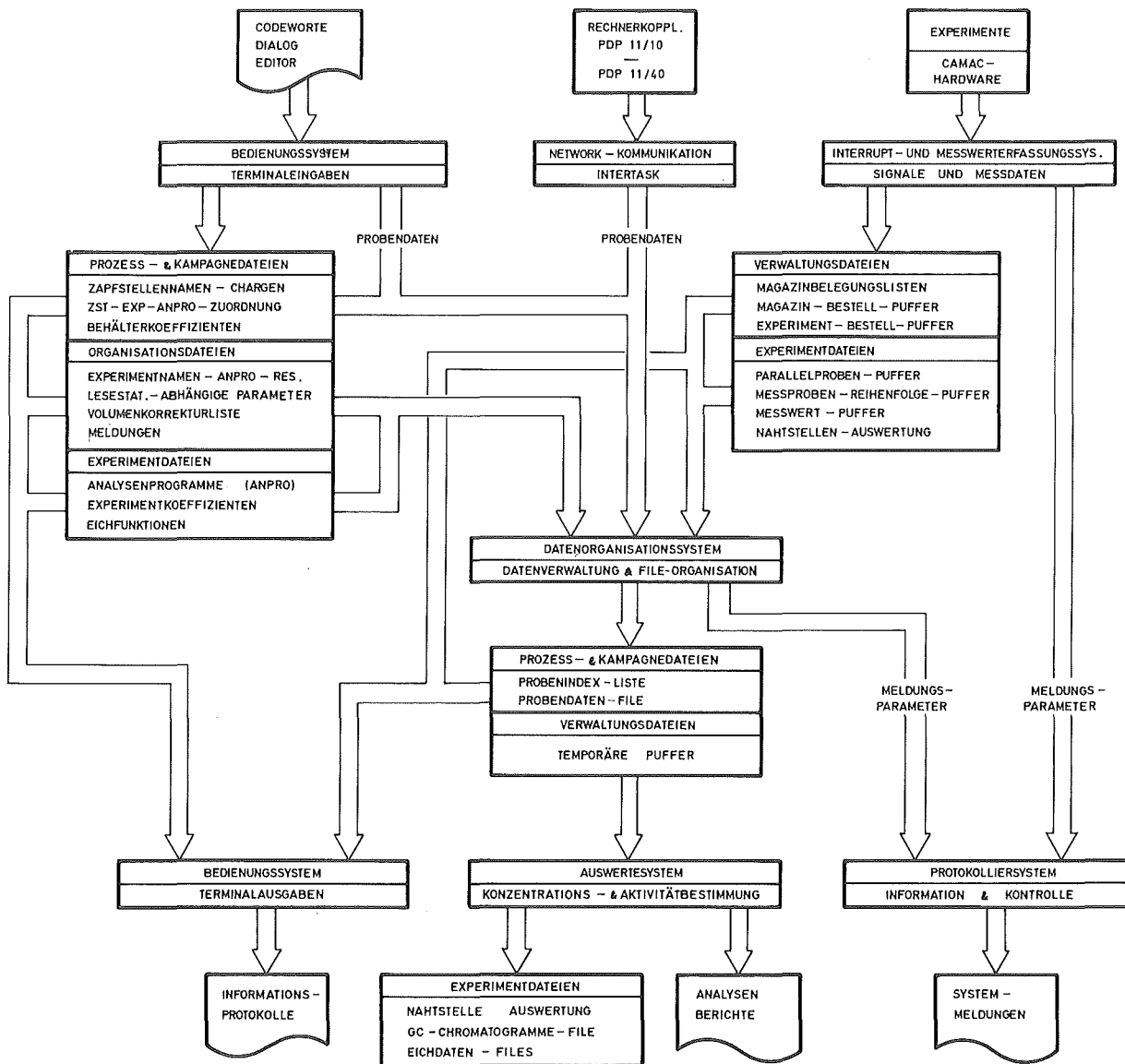


Abbildung 33: Dateiaufbau und Dateienverwaltung

Umfangreiche zeitunkritische Dateien sind in plattenresidenten, block- oder recordstrukturierten Datenfiles hinterlegt. Der Zugriff zu den Daten erfolgt durch Aufrufe im jeweiligen Task, direkte record- oder blockweise Lese- bzw. Schreiboperationen.

Stark frequentierte, von mehreren Tasks oft simultan beanspruchte Dateien sind in 12 plattenresidenten externen Common-Bereichen (J1 bis J12) abgespeichert. Diese Common-Bereiche dienen gleichzeitig als Schnittstellen zur Intertaskkommunikation.

Die Speicherkapazität eines Common-Bereiches beträgt 4k Festworte oder ein ganzzahliges Vielfaches davon. Im Regelfall besteht ein Common-Bereich aus mehreren Variablenfeldern gleicher Listenstruktur, wobei ein Variablenfeld einen Listenkopf (Header) und mehrere Segmente (Datenbereiche gleicher Länge) enthält.

Der Listenkopf (8 Festworte) umfaßt Standardparameter zur Beschreibung von Struktur und Bearbeitungszustand des Variablenfeldes wie

- Ein- und Auslesezeiger als Relativadressen der zuletzt angesprochenen Segmente,
- Variablenfeld- und Segmentlänge in Festworten als feste Strukturparameter, aus denen die Relativadressen der Ein-/Auslesepointer abgeleitet werden,

und individuelle, das Stadium des Bearbeitungsprozesses charakterisierende Informationen (Abbildung 34). Die Ein-Auslesezeiger werden von Bearbeitungstasks in Abhängigkeit von deren Ablauffolge verwaltet.

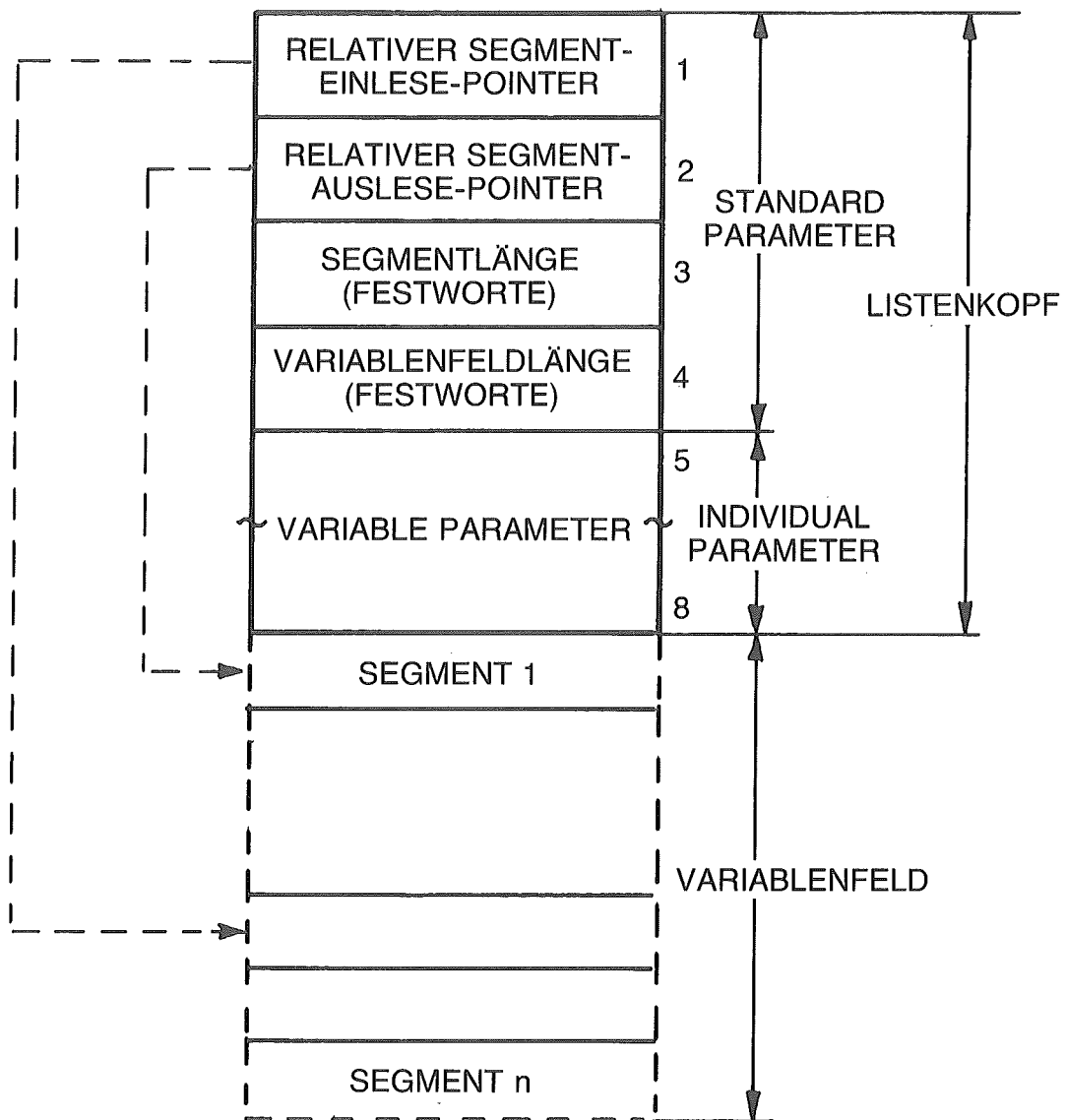


Abbildung 34: Struktur eines Common-Variablenfeldes

VARIA- BLEN- FELD	BELEGUNG
ZNAM	ZAPFSTELLENAMEN: 255 Segmente 1 Segment (4FW)=Zapfstellenname=8ASCII-Zeichen/Zapfst.
ZFRE	ANZAHL VON CHARGEN PRO ZAPFST. UND KAMAPGNE: 255 Segmente 1 Segment (1FW)=max.Anz. von Chargen/Zapfst. (1...255)
ENAM	EXPERIMENTNAMEN: 16 Segmente 1 Segment (1FW) = Experimentname = 2 ASCII-Zeichen/Exp.
ARES	ANZAHL ANALYSENPROGRAMME/EXPERIMENT: 16 Segmente 1 Segment (1FW)=Anzahl d. Analysenpr./Exp. (Integer)
AKOP	ANZAHL PROTOKOLLKOPFZEILEN FÜR ANALYSENPROGR./EXPERIMENT 16 Segmente 1 Segment (1FW)=Anzahl d. Kopfzeilen/Exp. (Integer)
DPQU	WARTESCHLANGE FÜR LESESTATIONSBEARBEITUNGEN 375 Segmente 1 Segment (4FW) = Lesestations-Nr., Probennr., Zapfst. und Chargenwechsel
TEMP	BOX- UND LABORTEMPERATUREN: 32 Segmente 1 Segment (2FW) = 1 Codewort = 4 ASCII-Zeichen
COLI	CODEWORD-LISTE: 100 Segmente 1 Segment (2FW) = 16 Parameter (s. Abschn. 6.1.3.1)
DAPE	LESESTATIONSPARAMETER: 32 Segmente 1 Segment (16FW)= 16 Parameter (siehe Abschn. 6.1.3.1)

Tabelle 2: Struktur des Common-Bereichs "J1"

=====

VARIA- BLEN FELD	BELEGUNG
ZEAZ	ZUORDNUNG ZAPFST.-EXP.-ANALYSENPROGRAMM: 255 Segmente, 1 Segment/Zapfstelle 1 Segment (16FW) = eine Analysenprogrammnummer für jedes Experiment

Tabelle 3: Struktur des Common-Bereiches "J2"



VARIABLENFELD	BELEGUNG
MABE	MAGAZINBELEGUNGLISTEN:
ZMBE	Zentralmagazin (1200 Plätze)
BMBE	Boxmagazin ( 100 Plätze)
MMBE	Make-up-Magazin ( 200 Plätze)
LMBE	Labormagazin (1200 Plätze)
	ein Segment pro Magazinplatz 1 Segment (2 Festworte) = Probennummer (BCD) rel. Segmentadresse = Magazinplatznummer
BEMA	MAGAZIN-BESTELLPUFFER
BEZM	Zentralmagazin ( 200 Bestellungen)
BEBM	Boxmagazin ( 110 Bestellungen)
BEMM	Make-up-Magazin ( 20 Bestellungen)
BELM	Labormagazin ( 250 Bestellungen)
	ein Segment pro Bestellung 1 Segment (3 Festworte): 2 Festworte - Probennummer 1 Festwort - Experiment

Tabelle 6: Struktur des Common-Bereichs "J6"



VARIA- BLEN- FELD	BELEGUNG
BEEX	EXPERIMENT BESTELLPUFFER
BEO1	Titration (max. 10 Bestellungen)
BEO2	Röntgenfluoreszenzanalyse (max. 10 Bestellungen)
BEO3	Gaschromatographie (max. 10 Bestellungen)
BEO4	Dichtemessung (max. 10 Bestellungen)
BEO5	Polarographie (max. 10 Bestellungen)
BEO6	Fluoridbestimmung (max. 10 Bestellungen)
BEO7	Produktspezifikation (max. 10 Bestellungen)
BEO8	Sulfitbestimmung (max. 10 Bestellungen)
BEO9	dummy (max. 10 Bestellungen)
BE10	Ionisationskammer (max. 100 Bestellungen)
BE11	Gamma-Halbleiter (max. 60 Bestellungen)
BE12	Gross-Gamma-Zählung (max. 35 Bestellungen)
BE13	Gross-Beta-Zählung (max. 150 Bestellungen)
BE14	dummy (max. 10 Bestellungen)
BE15	Alpha-Spektrometrie (max. 40 Bestellungen)
BE16	dummy (max. 10 Bestellungen)
	ein Segment pro Bestellung 1 Segment (3 Festworte): 2 Festworte - Probennummer 1 Festwort - Experiment
MRPU	MESSPROBEN-REIHENFOLGEPUFFER
MRTI	Titration (max. 8 Meßproben)
MRRF	Röntgenfluoreszenzanalyse MRS (max. 1 Meßprobe )
MRRS	Röntgenfluoreszenzanalyse SRS (max. 30 Meßproben)
MRGC	Gaschromatographie (max. 100 Meßproben)
MRIO	Ionisationskammer (max. 1 Meßprobe )
MRG1	Gamma-Halbleiter Box (max. 6 Meßproben)
MRG2	Gamma-Halbleiter Labor 1 (max. 6 Meßproben)
MRG3	Gamma-Halbleiter Labor 2 (max. 100 Meßproben)
MRGG	Gross-Gamma-Zählung (max. 70 Meßproben)
MRGB	Gross-Beta-Zählung (max. 300 Meßproben)
	ein Segment pro Meßprobe 1 Segment (2 Festworte) = Meßprobennummer (BCD)

Tabelle 7: Struktur des Common-Bereichs "J7"

VARIA- BLEN- FELD	BELEGUNG
PPPU	PARALLELPROBEN-PUFFER
PTIT	Titration (max. 8 Parallelprobenserien)
PRZM	Röntgenfluoresz.heiß (max. 80 Parallelprobenserien)
PRMM	Röntgenfluoresz.kalt (max. 80 Parallelprobenserien)
PGCR	Gaschromatographie (max. 80 Parallelprobenserien)
PION	Ionisationskammer (max. 1 Parallelprobenserie )
PGH1	Gamma-Halbleiter Box (max. 3 Parallelprobenserien)
PGH2	Gamma-Halbleiter Labor I (max. 3 Parallelprobenserien)
PGH3	Gamma-Halbleiter Labor II (max. 50 Parallelprobenserien)
PGGM	Gross-Gamma-Zählung (max. 35 Parallelprobenserien)
PGBM	Gross-Beta-Zählung (max.150 Parallelprobenserien)
	ein Segment pro Parallelprobenserie
	1 Segment (16 Festworte)
	1. Festwort = Analysenprogramm-Nr.
	2. bis 6. Festwort = Experimentparameter
	7. bis 8. Festwort = Parallelprobenzähler
	9. bis 16. Festwort = Probennummern der Serie (max. 4 Proben)

Tabelle 8: Struktur des Common-Bereichs "J8"

VARIA- BLEN- FELD	BELEGUNG
CBED	TEMPORÄRE PUFFER FÜR PROBENDATEN (Bedienungssystem) 1 Segment (32 Festworte)
DPPZ	TEMPORÄRE PUFFER FÜR PROBENDATEN (lesestationszu- geordnet) 32 Segmente; 1 Segment (32 Festworte) pro Lesestation
DPAP	TEMPORÄRE PUFFER FÜR ANALYSENPROGRAMME lesestationszugeordnet 32 Segmente 1 Segment (256 Festworte) pro Lesestation
VCON	TEMPORÄRE PUFFER FÜR ANALYSENPROGRAMME 10 Segmente 1 Segment (2 Festworte) = Volumenkonstante in ml
VTYP	VOLUMENKORREKTURPARAMETER lesestationszugeordnet 32 Segmente; 1 Segment pro Lesestation 1 Segment (2 Festworte) 1. Festwort = Korrekturtyp 2. Festwort = Adresse der Volumenkonstanten

Tabelle 9: Struktur des Common-Bereichs "J9"

VARIA- BLEN- FELD	BELEGUNG
GCMP	INDEXLISTE FÜR GASCHROMATOGRAMME 100 Segmente 1 Segment (3 Festworte) pro Chromatogramm 1. und 2. Festwort = Probennummer 3. Festwort = 1. Byte = Zapfstellenadresse (J1,ZNAM) 2. Byte = Chargenadresse (J1,ZFRE)
NAME	PROTOKOLLMASKEN FÜR MELDUNGEN (Protokollsystem) 200 Segmente 1 Segment (1 Festwort) pro Protokollmaske (siehe Abschnitt 6.1.3.3)

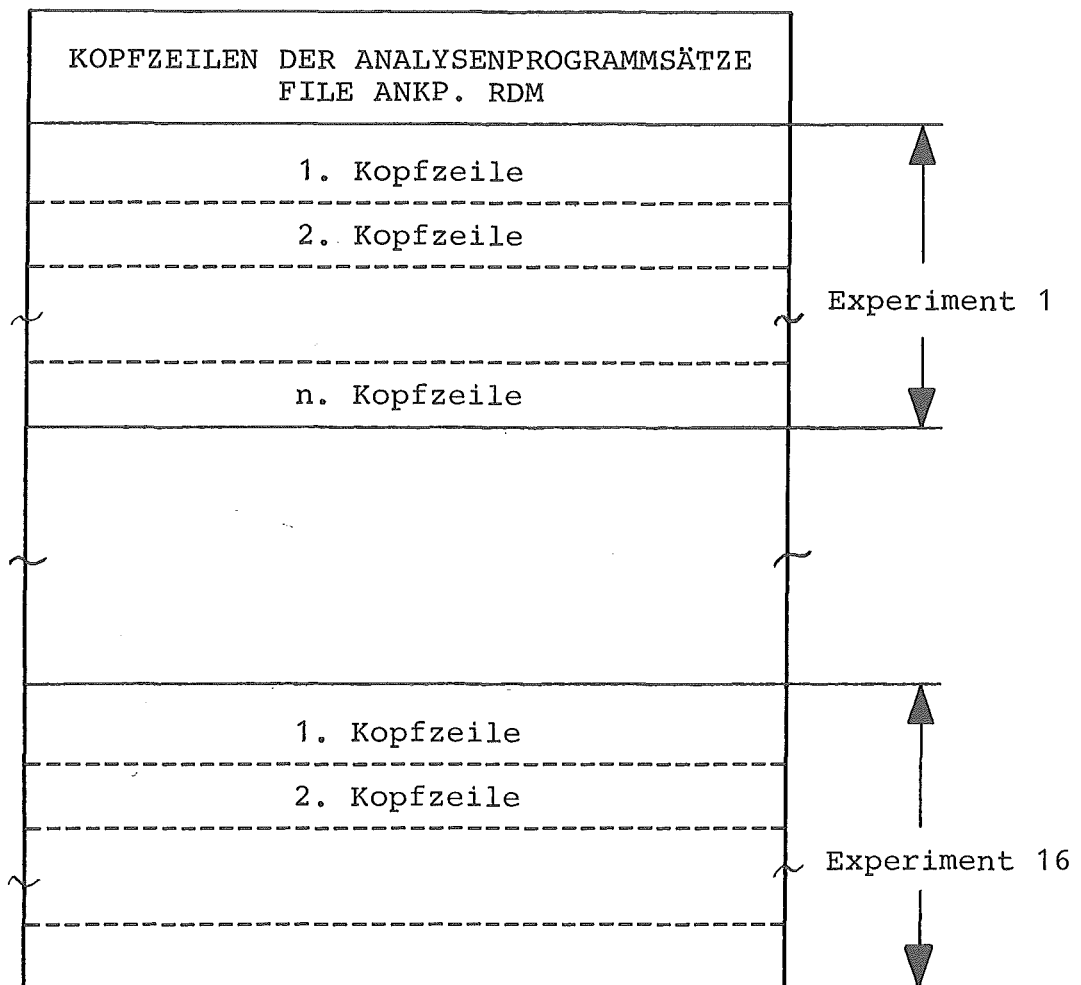
Tabelle 10: Struktur des Common-Bereichs "J10"

VARIABLEN- FELD	BELEGUNG
NAUS11	Nahtstelle Auswertung Titration
NAUS12	Nahtstelle Auswertung RFA-MRS
NAUS21	Nahtstelle Auswertung Ionisationskammer
NAU221	Nahtstelle Auswertung Gamma-Halbleiter Box
NAU222	Nahtstelle Auswertung Gamma-Halbleiter Labor 1
NAU223	Nahtstelle Auswertung Gamma-Halbleiter Labor 2
NAUS23	Nahtstelle Auswertung Gross-Gamma-Messung
NAUS24	Nahtstelle Auswertung Gross-Beta-Messung
	Nahtstellenstruktur:  Probendaten Analysenprogramm Parallprobenpuffer zapfstellenspezifische Koeffizienten Meßwerte Zwischenergebnisse Einzelergebnisse Gruppenergebnisse

Tabelle 11: Struktur des Common-Bereichs "J11"

VARIABLEN- FELD	BELEGUNG
MWTI	Meßwertpuffer Titration
MWRF	Meßwertpuffer Röntgenfluoreszenzanalyse MRS
MW10	Meßwertpuffer Ionisationskammer
MWG1	Meßwertpuffer Gamma-Halbleiter Box
MWG2	Meßwertpuffer Gamma-Halbleiter Labor 1
MWG3	Meßwertpuffer Gamma-Halbleiter Labor 2
MWGG	Meßwertpuffer Gross-Gamma-Messung
MWGB	Meßwertpuffer Gross-Beta-Messung

Tabelle 12: Struktur des Common-Bereichs "J12"

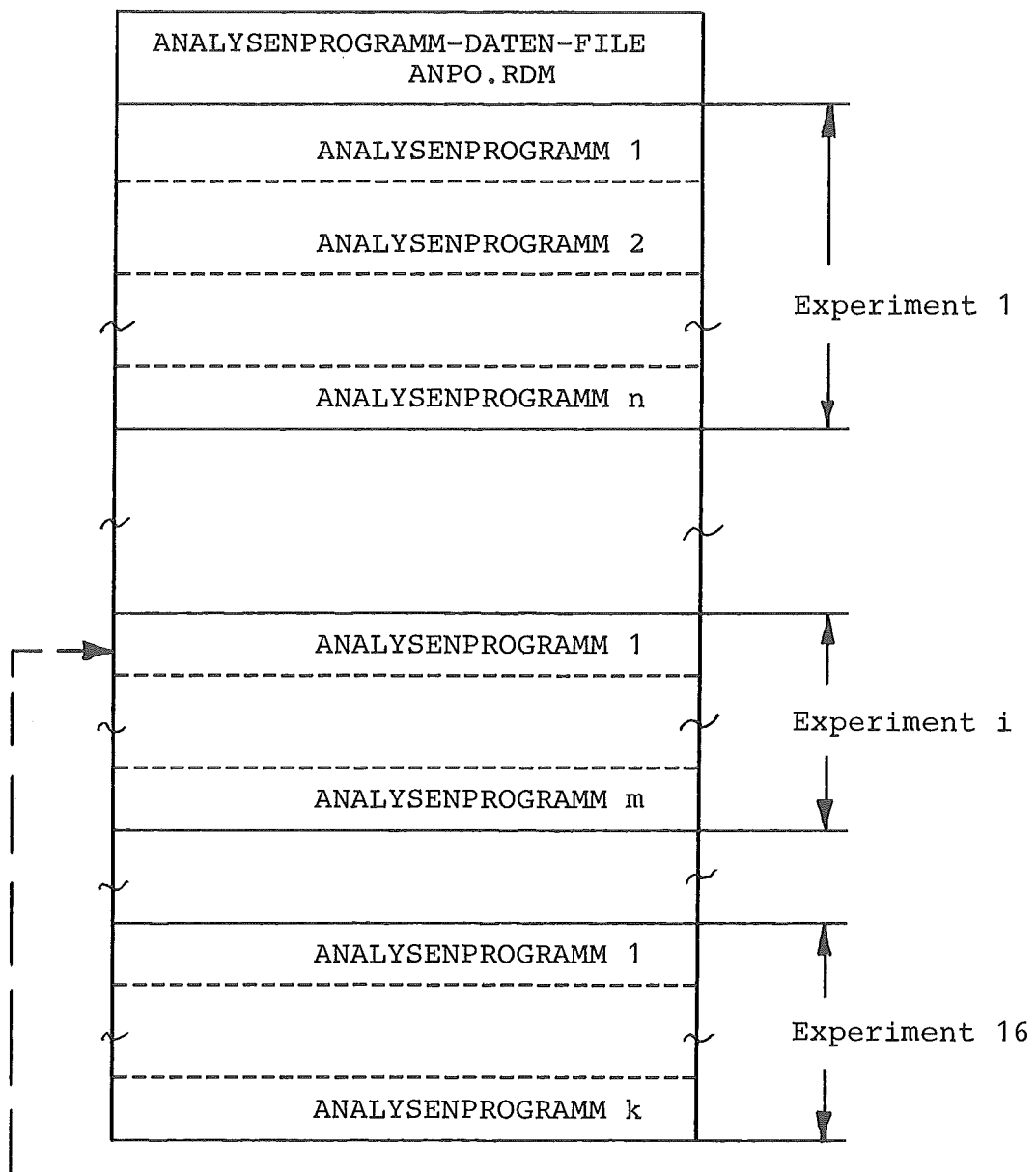


### Struktur

Ein Segment (65 Festworte) entspricht einer Kopfzeile (ASCII-String). Die Anzahl der Segmente pro Experiment ist konstant und gleich dem Maximum aus der Anzahl der Kopfzeilen der einzelnen Experimente.

Die tatsächliche Anzahl von Kopfzeilen des Experiments  $i$  ist im Segment  $i$  des Variablenfelds AKOP, Common J1 abgespeichert.

Tabelle 13: Struktur des Random-Files ANKP.RDM für Kopfzeilen der Analysenprogrammdatensätze

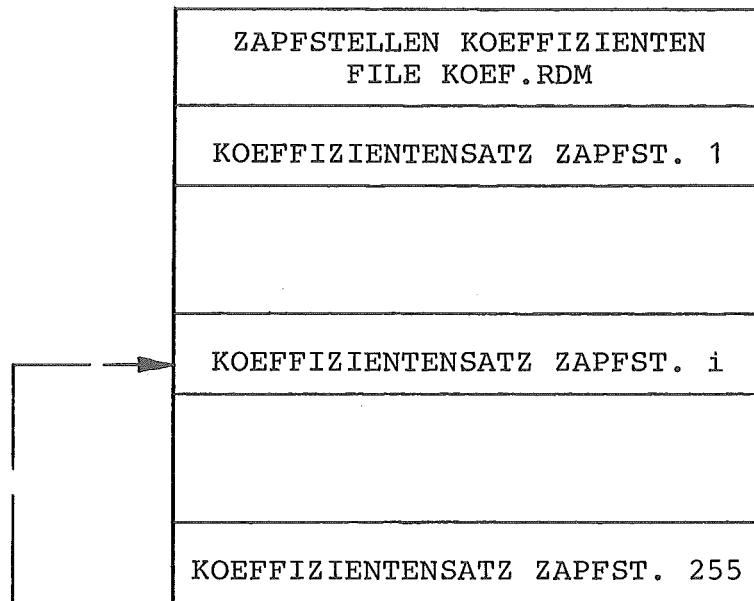


Adresse für Analysenprogramm 1 des Experimentes i  
 ist im i-ten Segment des Variablenfeldes ARES,  
 Common J1 (Tabelle 1) abgespeichert.

### Struktur

Ein Analysenprogramm umfaßt einen Datenblock von  
 256 Festworten.

Tabelle 14: Struktur des Analysenprogrammdatei-  
 files ANPO.RDM



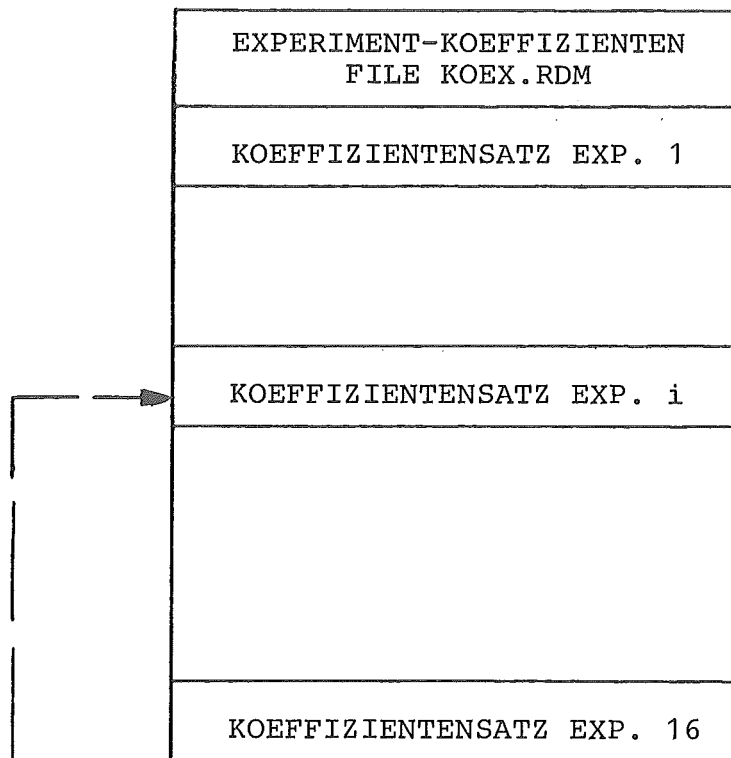
Adresse des Koeffizientensatzes i korrespondiert mit der Adresse des Segmentes i des Variablenfeldes ZNAM, Common J1 für Zapfstellenamen.

### Struktur

Ein Koeffizientensatz umfaßt einen Datensatz von 32 Festworten.

Tabelle 15: Struktur des Random-Files für Zapfstellen-Koeffizienten



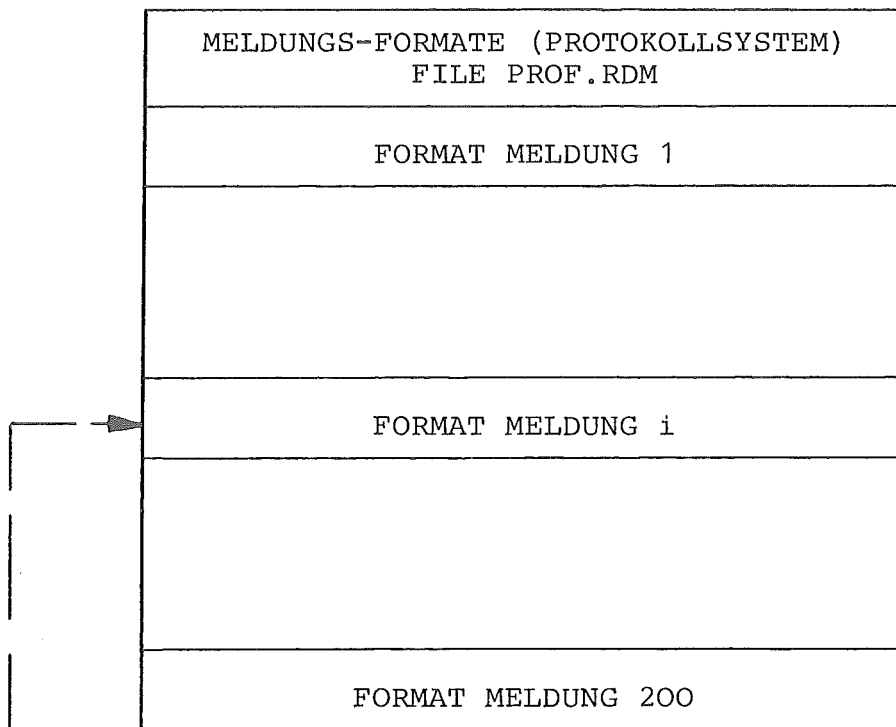


Adresse des Koeffizientensatzes  $i$  ist gleich der  
 Adresse des  $i$ -ten Segmentes im Variablenfeld ENAM,  
 Common J1 für Experimentnamen.

### Struktur

Ein Koeffizientensatz umfaßt einen Datensatz von  
 32 Festworten.

Tabelle 16: Struktur des Random-Files für  
 Experiment-Koeffizienten

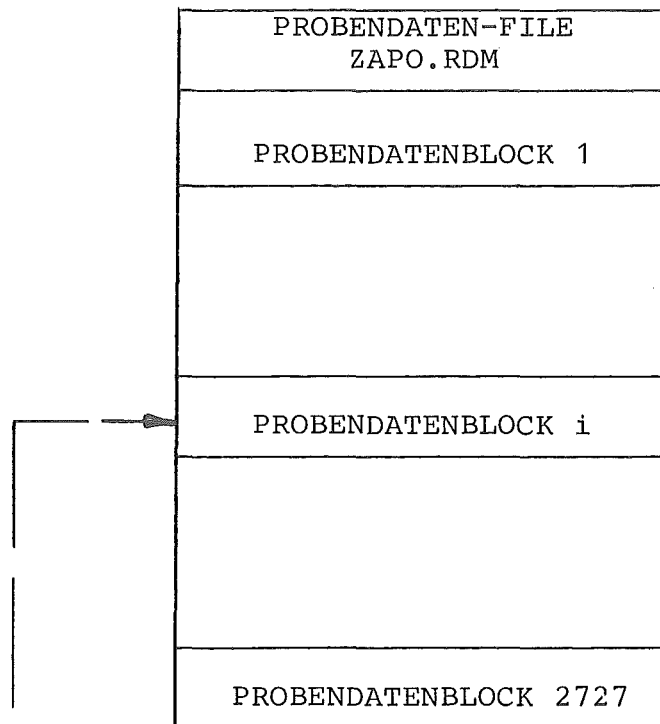


Adresse des Formates der Meldung i ist gleich der Adresse des i-ten Segmentes des Variablenfeldes NAME, Common J10 für zugeordnete Meldungsmasken.

### Struktur

Eine Formatanweisung (ASCII-String) umfaßt einen Datensatz von 60 Festworten (120 ASCII-Zeichen).

Tabelle 17: Struktur des Random-Files für Meldungsformate des Protokollsystems



Adresse des Probendatenblocks i ist gleich der Adresse des Segmentes i des Variablenfeldes PRIX, Common J5 der Probenindexliste.

### Struktur

Ein Probendatenblock umfaßt einen Datensatz von 32 Festworten mit einer Belegung nach Abschnitt 6.2.1.

Tabelle 18: Struktur des Probendaten-Files

Struktur und Belegung der Common-Bereiche und Datenfiles sind in den Tabellen 2 bis 18 dargestellt.

Zapfstellennamen mit 8 alpha-numerischen Zeichen pro Zapfstelle sowie die maximale Anzahl von Chargen pro Zapfstelle und Kampagne werden im Common J1 (ZNAM, ZFRE) mit jeweils maximal 255 Eintragungen abgespeichert (Tabelle 2).

Jeder registrierten Original-, Umfüllproben und jedem registrierten Meßpräparat ist ein Probandensatz (siehe Abschnitt 6.2.1) zugeordnet. Diese Probandaten, je Satz 32 Festworte, werden in einem Random-File (ZAPO), (Tabelle 18) mit einer Kapazität von 2727 Datensätzen gespeichert. Zusätzlich existiert für alle erfaßten Probandaten eine Probenindexliste (Tabelle 5) mit 2727 Indizes einer für jeden Probandensatz, in welchen Probennummer sowie Adresse der Zapfstelle und Charge in der Zapfstellennamenliste (J1, ZNAM, ZFRE) eingetragen sind (Abbildung 35).

Experimentnamen, maximal 16 (Tabelle 18), werden im Common J1 (ENAM) mit 2 alpha-numerischen Zeichen pro Experiment abgespeichert.

Je Experiment existiert ein Analysenprogrammdatensatz, bestehend aus einem Protokollkopf und mehreren Analysenprogrammen. Ein Protokollkopf umfaßt mehrere Kopfzeilen (max. 8). Protokollköpfe und Analysenprogramme sind getrennt in blockstrukturierten Random-Files (Tabellen 13 und 14) abgespeichert. Die Anzahl der Kopfzeilen sowie die Anzahl der Analysenprogramme pro Experiment sind gesondert in einer Common-Datei (J1, AKOP, ARES, Tabelle 2) hinterlegt und dienen zur Ableitung von Adressen beim direkten Zugriff auf die Protokollköpfe und Analysenprogramme in den Daten-Files.



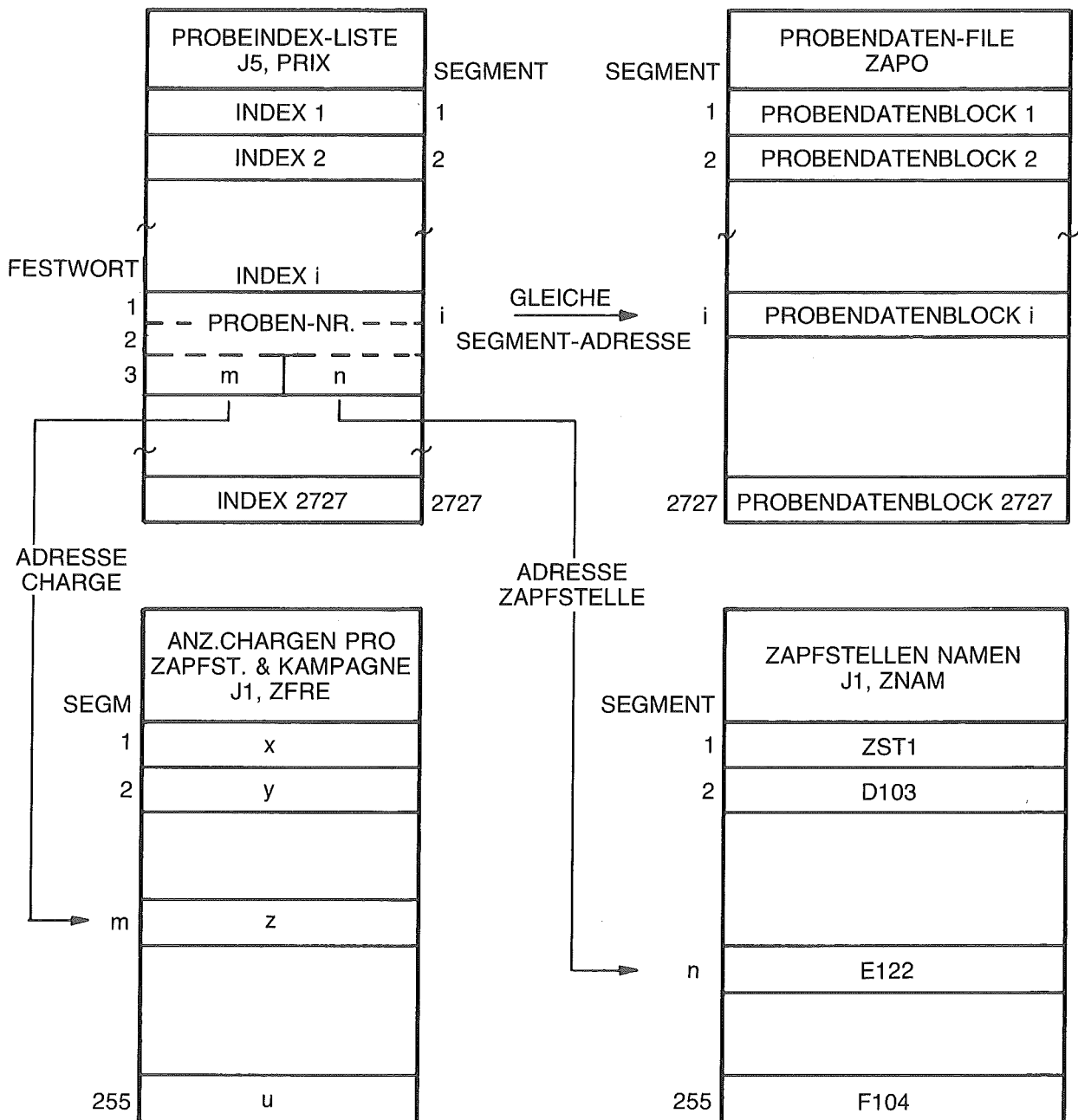


Abbildung 35: Zuordnung von Probendaten, Zapfstelle und Charge zum Probenindex

Eine wichtige Information für die Datenorganisation stellt die Zapfstellen-Experiment-Analysenprogrammzuordnung dar, bei der jeder Zapfstelle bis zu 16 Experimente und jedem Experiment ein Analysenprogramm zugeordnet werden kann. Diese Informationen werden als Adressen der vorher beschriebenen Dateien im Common J2 (ZEAZ, Tabelle 3) hinterlegt (Abbildung 36).

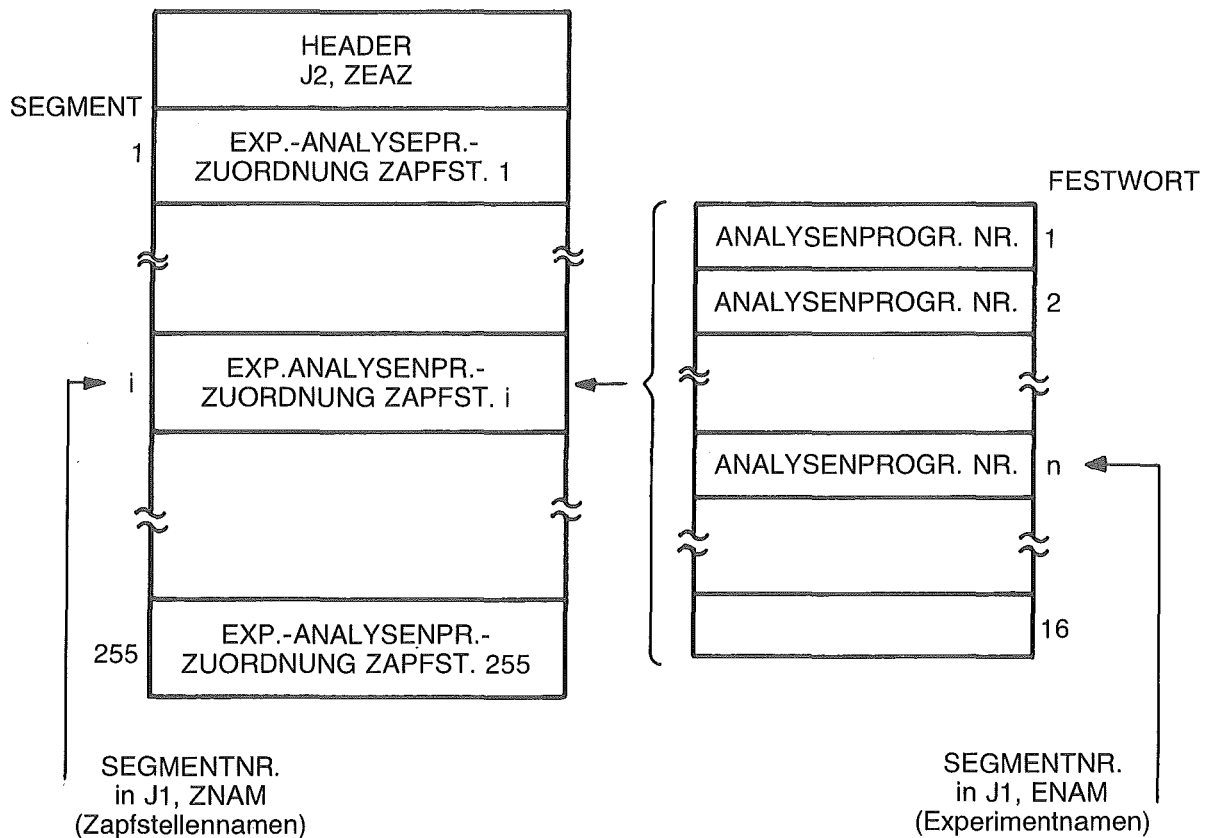


Abbildung 36: Organisation der Zuordnungsdatei für Zapfstellen-Experiment-Analysenprogrammzuordnung

Magazinierte Proben sind in den Magazinbelegungslisten (Common J6, MABE), für jedes Magazin eine, gespeichert, in denen für jeden Magazinplatz ein Speicherplatz zur Eintragung der Probennummer vorhanden ist, mit der der Magazinplatznummer zugeordneten Relativadresse (Tabelle 5).

Probenbestellungen werden in den Magazin-Bestellpuffern (Common J6, BEMA, Tabelle 5) eingetragen. Aus den Magazinen entnommene Proben werden in den Magazin-Belegungs- und -Bestellpuffern gelöscht und in die Experiment-Bestellpuffer (Common J7, BEEX, Tabelle 7) eingetragen. Eintragungen in diese Liste dienen zur Probenverteilung und Probenflußverfolgung.

Während der Präparation werden für die Meßpräparate experimentbezogene Meßproben-Reihenfolgepuffer aufgebaut (Common J7, MRPU, Tabelle 7), in die Meßpräparatenummern entsprechend der Meßreihenfolge abgespeichert werden. Aus jeder Probe können bis zu vier Meßproben (Parallelproben) für ein Analysenverfahren hergestellt werden. Eine Erfassung der Parallelprobenserien erfolgt in experiment-zugeordneten Parallelprobenpuffern (Common J8, PPU, Tabelle 8). Für eine Parallelprobenserie steht ein Segment von 16 Festworten zur Verfügung, in dem die Analysenprogrammnummer, Experimentparameter, Probenzähler und Präparatenummern abgespeichert werden.

Während der Präparation wird unter anderem in die Probendaten der Meßpräparate die Präparationstemperatur eingetragen sowie eine Korrektur des Probenvolumens entsprechend des entnommenen Aliquots durchgeführt.

Zu diesem Zweck werden die Umgebungstemperaturen an den Analysenständen (Labor und Box) zyklisch aufgenommen (Abb. 15) und im Common J1 (TEMP) lesestationszugeordnet abgespeichert (Tabelle 2).

Zur Volumenkorrektur dienen Dateien (Common J9, VTYP, VCON) mit Volumenkonstanten zur Eintragung des Probenvolumens bei Umfüllung oder Verdünnung zur Volumenkorrektur bei Aliquot-entnahmen bzw. Volumenzuordnung für Meßpräparate (Tabelle 9). Die während der Analysen aufgenommenen Meßdaten on-line gekoppelter Experimente oder auch off-line eingegebene Meßdaten werden temporär in experimentzugeordneten Meßwertpuffern (J12, MWPU, J3, MEGC) hinterlegt (Tabellen 4 und 12).

Zur Speicherung konstanter, in den Probandaten nicht erfaßter, zapfstellenabhängiger Parameter dient ein Random-File (KOEf) für zapfstellenabhängige Koeffizienten mit 32 Festworten pro Zapfstelle (Tabelle 15).

Analysenprogrammabhängige experimentzugeordnete Parameter (z. B. Verstärkungsfaktoren, Steuerungsparameter) können im Random-File (KEOX) für experimentspezifische Koeffizienten mit 32 Festworten pro Experiment hinterlegt werden (Tabelle 16).

Nach erfolgter Meßwerterfassung wird für jedes Experiment zur Versorgung der Auswertung mit Daten eine Schnittstelle zur Auswertung aufgebaut. Diese für alle Experimente normierte Schnittstelle enthält folgende Daten (Tabellen 4 und 11):

- Zapf- und Probandaten,
- Analysenprogrammdaten,
- Parallelproben-Puffer,
- zapfstellenabhängige Koeffizienten,
- Meßwerte,
- Speicherplatz für Ergebnisse der Auswertung von Einzelpräparaten und Parallelprobenserien sowie
- Koeffizientensätze zur Auswertung wie Eichfunktionen, Korrekturfaktoren usw.

Für schnelle Datenzuordnungen bei Intertaskkommunikation während der Auftragsbearbeitung dienen temporäre als Common-Bereiche definierte Dateien zur Aufnahme begrenzter Datenmengen aus Random-Files (Tabelle 9).



Daten für die Eichung der Analysenapparaturen anhand von Standardproben wurden in experimentspezifischen Eichdatenfiles abgespeichert. Organisation und Handhabung dieser Datenfiles obliegt dem Teilsystem Auswertung.

### 5.3.3 Bedienungssystem

Das Bedienungssystem dient zur interaktiven Unterstützung des Anwenders durch das Datenverarbeitungssystem an den Schnittstellen zwischen rechnerintegrierten und manuell oder mechanisch ablaufenden Teilprozessen.

Neben Aufbau, Modifizierung und Ausgabe von Dateien ermöglicht dieses Teilsystem dem Experimentator, sich über den aktuellen Stand der Magazinierung und der Experimentabläufe sowie den Bearbeitungsstand aller im Analytikbereich registrierten Proben und Meßpräparate zu informieren.

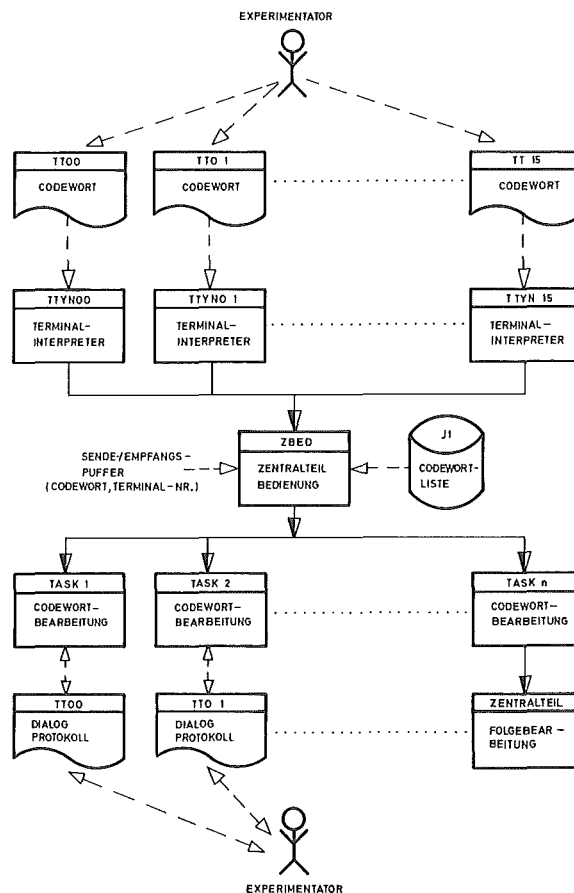


Abbildung 37: Organisationsstruktur des Bedienungssystems

Das Bedienungssystem besteht aus einer Reihe von Initialisierungstasks, einem Zentralteil sowie einer Vielzahl individueller Bearbeitungstasks (Abbildung 37). Jeder Ein-Ausgabeeinheit des Zentralsystems ist ein Initialisierungstask (Interpreterprogramm TTYNOO ... TTYN15) zugeordnet, der durch Codewort-Eingabe an dem zugeordneten Terminal aktiviert wird. Aktivierte Interpreterprogramme initialisieren den Zentralteil, der nach Überprüfung des im Empfangspuffer übergebenen Codewortes die dem Codewort zugeordneten Bearbeitungstasks startet.

Gültige Codeworte sind in einer variabel programmierbaren Codewortliste mit einer Kapazität von 100 Codeworten abgespeichert. Die Bezeichnungen der Bearbeitungstasks sind mit den äquivalenten Codeworten identisch (Tabellen 19, 19a, 19b).

Taskablauffolgen sowie detaillierte, innerhalb des Teilsystems bearbeitete Verwaltungsfunktionen, auch Codewortinitialisierungen anderer Teilsysteme, einschließlich einzelnen Bearbeitungsoperationen zugeordnete Codeworte sind in Abbildung 38 dargestellt.

Neben der Protokollierung der mit Hilfe des Bedienungssystems aufgebauten Dateien umfaßt dieses Teilsystem auch codewortunterstützte Protokollierung von Listen und Puffern, die durch andere Teilsysteme aufgebaut und verwaltet werden, wie Proben- und Zapfdaten. Magazinbelegungs- und Magazinbestelllisten sowie der während der Präparation erstellte Parallel- und Meßpräparate-Puffer.

Weiter werden im Bereich des Bedienungssystems folgende Routineoperationen eingeleitet:

- Registrierung der Probanden von Make-up- und Standardproben,
- Eliminierung von Proben und Meßpräparaten aus der Buchführung,
- Codewortunterstützte Probenidentifizierung (simulierte Probenlesung) für alle Lesestationen des Probenidentifizierungssystems bei Ausfall einzelner Lesestationen,

- manuelle Meßwerteingabe (simulierte Meßwarterfassung) für alle on-line gekoppelten Experimente mit Ausnahme der Gaschromatographie,
- Initialisierung der Auswertung einzelner Experimente.

CODE- WORT	FUNKTION
	AUFBAU, MODIFIZIERUNG UND PROTOKOLLIERUNG VON PROZESS- UND KAMPAGNEDATEN
ZAPF	Eingabe von Zapfstellenbezeichnungen und der max. Chargenzahl pro Zapfstelle und Kampagne
ZNAM	Ausgabe von Zapfstellenbezeichnungen
FREQ	Ausgabe der max. Chargenzahl pro Zapfst. und Kampagne
ZAPE	Zuordnung Zapfstelle-Experiment-Analysenprogramm
ZEAZ	Ausgabe von Zuordnungen Zapfst.-Exp.-Analysenprogramm
ZAKO	Eingabe von Zapfstellen-Koeffizienten
ZAPO	Ausgabe von Zapfstellen-Koeffizienten
	AUFBAU, MODIFIZIERUNG UND PROTOKOLLIERUNG VON EXPERIMENTDATEN
INDA	Eingabe von Experimentnamen und der max. Anzahl von Analysenprogrammen pro Experiment
ENAM	Ausgabe von Experimentnamen
ANEX	Ausgabe der max. Anzahl von Analysenprogrammen pro Experiment
ANKO	Analysenprogramm-Konvertierung
PRAN	Ausgabe konvertierter Analysenprogramme
EXKO	Eingabe von Experiment-Koeffizienten
EXPO	Ausgabe von Experiment-Koeffizienten
GCKO	Eingabe von Koeffizienten der Eichfunktionen GC
GCPO	Ausgabe von Koeffizienten der Eichfunktionen GC
KORF	Ein-Ausgabe von Koeffizienten d. Eichfunktionen RFA
	AUFBAU, MODIFIZIERUNG UND PROTOKOLLIERUNG VON ORGANISATIONSDATEIEN
DPPO	Eingabe, Modifizierung von lesestationsabhängigen Parametern
PROF	Eingabe, Modifizierung von Meldungen (Protokollsystem)
MASK	Masken-Aufbau für Meldungen (Protokollsystem)
PROT	Ausgabe von Meldungen (Protokollsystem)
VOKO	Aufbau, Modifizierung der Volumenkorrekturliste

Tabelle 19: Codewort-Liste 1

CODE- WORT	FUNKTION
	PROBENREGISTRIERUNG, ELIMINIERUNG UND PROTOKOLLIERUNG VON PROBENDATEN
PROD	Registrierung von Make-up- und Standardproben
TEPO	Ausgabe von Probendaten Einzelproben
PRIN	Protokoll registrierter Proben nach den Kriterien Zapfstelle, Zapfdatum, Charge, Experiment
WAST	Austragung von Proben aus der Probendatei
DPEN	Codeworteingeleitete Probenidentifizierung
	MAGAZINVERWALTUNG, PROBENBESTELLUNG
	nn = ZM = Zentralmagazin = BM = Box-Magazin = LM = Labor-Magazin = MM = Make-up-Magazin
PRnn	Protokoll magaziniertter Proben, Kriterien: Zapfstelle Zapfdatum, Charge, Experiment
MPnn	Magazinbelegungslisten Ausgabe
BEnn	Eingabe Probenbestellungen (Magazine)
BPnn	Ausgabe Probenbestellungen (Magazine)
ENnn	Probenentnahme aus den Magazinen
	PROBENPRÄPARATION
PARA	Ausgabe Parallelprobenpuffer
MEPA	Ausgabe Meßprobenreihenfolgepuffer
AMOD	Temporäre Änderung der Analysenprogrammnummer
MAPL	Eingabe Magazinplatz GC-Präparate (Probenwechsler)
PREL	Austragung von Meßproben aus dem Parallelproben- und Meßprobenreihenfolge-Puffer
PROS	Zu-/Abschaltung Probensuchdialog
TERM	Definition der Terminalschreibbreite für Analysen- programmdatei-Protokolle

Tabelle 19a: Codewort-Liste 2

CODE- WORT	FUNKTION
	CODEWORD-BEARBEITUNG CAMAC-HARDWARE
BELG	Eingabe CAMAC-Belegungs-Liste
CAMI	Initiierung der CAMAC-Hardware
AZEM	Zu- bzw. Abschaltung von Experimenten
	EXPERIMENTAUSWERTUNG
SIMU	Manuelle Meßwerteingabe für die Experimente Titration, Röntgenfluoresz., Ionisationskammer, Gamma-Halbleiter
LOED	Aufbau des Lochstreifens für Gamma-Halbleiter
LORE	Lochstreifen Lesen (Gamma-Halbleiter-Messung)
REGC	Aktivierung der Auswertung Gaschromatographie
DFGC	Generierung Eichdaten-File Gaschromatographie
EGCU	Eichdatenuntersuchung Gaschromatographie
KGCE	Kennlinienberechnung Gaschromatographie
GRFD	Generierung Eichdaten-File Röntgenfluoreszenzanalyse
FIMA	File-Management Eichdaten Röntgenfluoreszenzanalyse
KOVA	Kovarianzanalyse Eichdaten Röntgenfluoreszenzanalyse
PRFA	Plotten Eichdaten Röntgenfluoreszenzanalyse
KRFA	Kennlinienberechnung Röntgenfluoreszenzanalyse

Tabelle 19b: Codewort-Liste 3

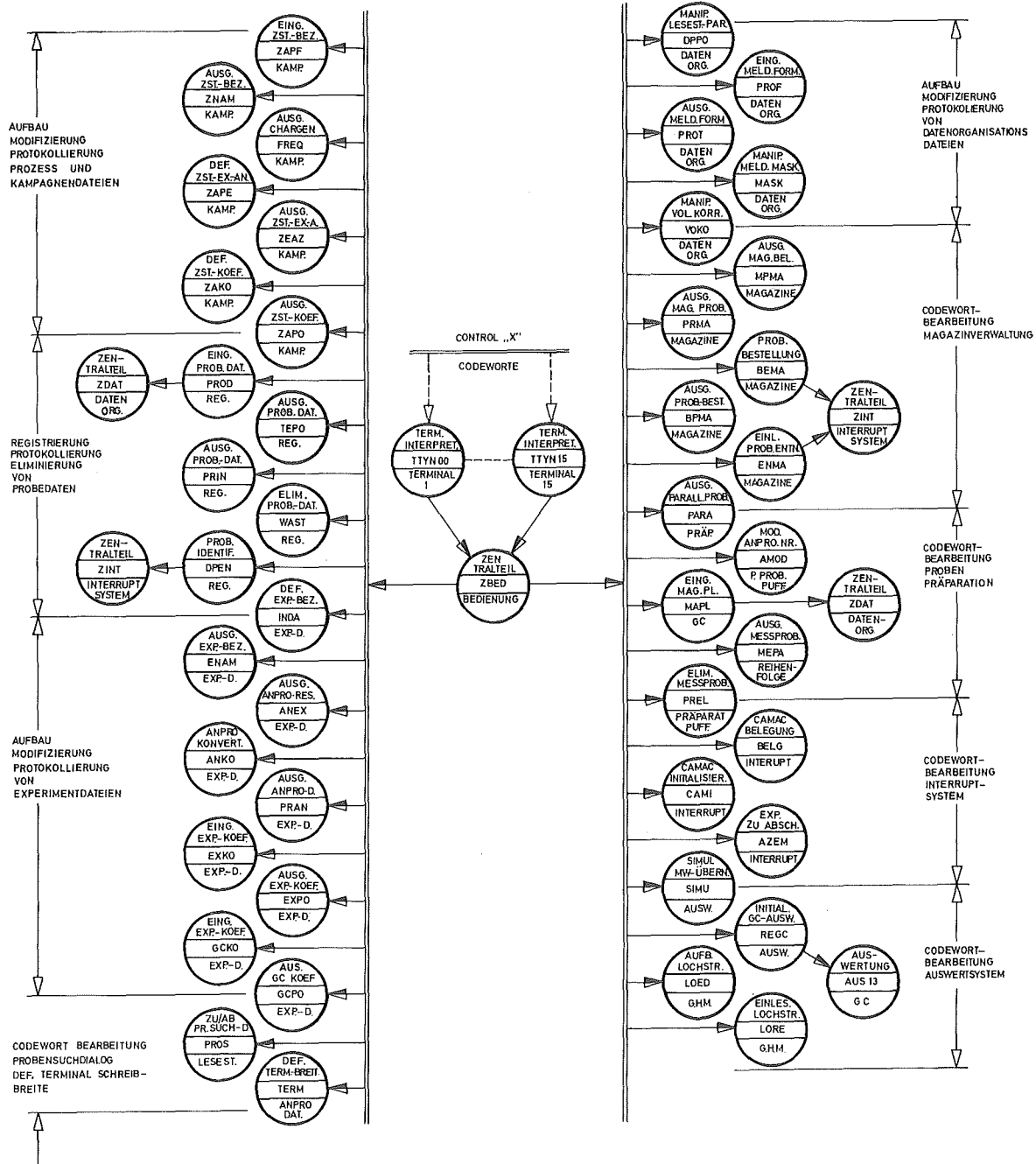


Abbildung 38: Taskablauffolge Bedienungssystem

#### 5.3.4 Interrupt- und Meßwerterfassungssystem

Das Interrupt- und Meßwerterfassungssystem bildet innerhalb des Zentralsystems eine Schnittstelle zwischen der Interface-CAMAC-Hardware und dem Anwenderprogramm. Es dient zur Bearbeitung von Signalen und Daten aller mit dem Zentralrechner on-line gekoppelter Systeme.

Wie andere Teilsysteme zeichnet sich das Interrupt- und Meßwerterfassungssystem durch einen modularen Aufbau aus. Der Zentralteil dieses Teilsystems wird durch eine Reihe von Initialisierungstasks aktiviert, die auch Bearbeitungstasks anderer Teilsysteme sein können (Abbildung 39).

Die Initiierung dieses Teilsystems erfolgt durch folgende Ereignisquellen:

- Interruptsignale der Analysengeräte, die durch den kernspeicherresidenten Task STIN erkannt werden,
- Interruptsignale des Probenidentifizierungssystems, die den Task DPIN zur Übernahme der Lesestations- und Probennummer aktivieren oder äquivalente Anstöße durch das Bedienungssystem bei simulierter Probenlesung. Vor dem Start des Zentralteils wird in beiden Fällen überprüft, ob für die aktivierte Lesestation ein Probensuchdialog vorgesehen ist (Markierung, die durch das Bedienungssystem gesetzt bzw. rückgesetzt werden kann) und ggf. die Folgebearbeitung solange verzögert, bis die zuletzt identifizierte Probe vom Experimentator durch Quittierung akzeptiert wird,
- Codewortanstoß bei Bearbeitung von Probenbestellungen und Einleitung der Probenentnahmen aus den Magazinen,
- Aktivierungen durch das Datenorganisationssystem zur Ausgabe digitaler Signale an die Experimenthardware, die aus den Analysenprogrammdaten abgeleitet werden.



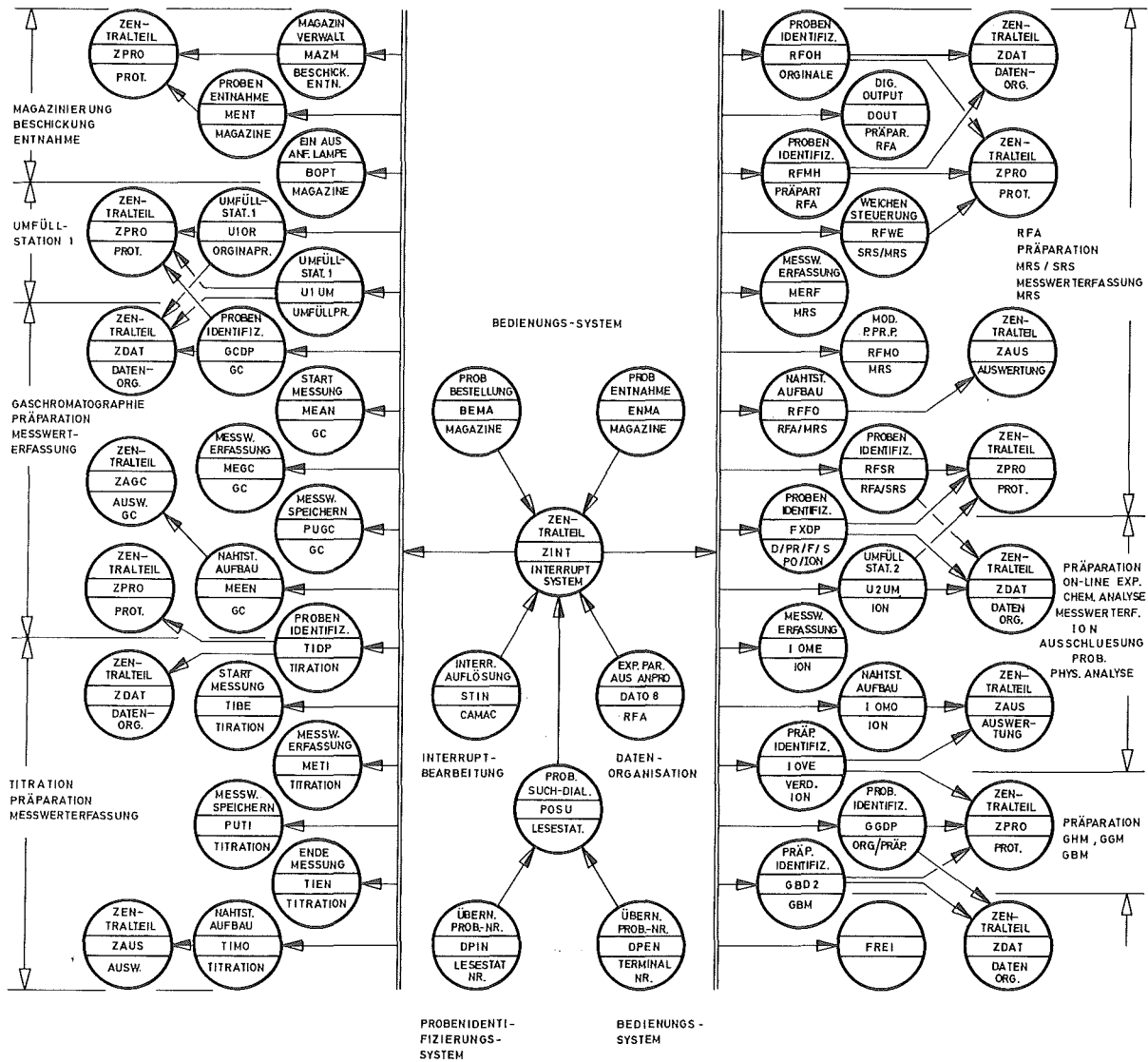


Abbildung 39: Gesamtübersicht des Interrupt- und Meßwertfassungssystems

### 5.3.5 Datenorganisationssystem

Das Datenorganisationssystem bildet innerhalb des Anwenderprogrammsystems ein modulares, zentralorganisiertes Interface zwischen dem auf die Experimentperipherie ausgerichteten Interrupt- und Meßwerterfassungssystem und dem analysenverfahrenorientierten Auswertesystem. Es dient zur Aufbereitung und Modifizierung von Daten sowie zur Bearbeitung vielfältiger Verwaltungsfunktionen bei der Aufbereitung von Schnittstellen zur Intertaskkommunikation.

Im Detail obliegen der Datenorganisation folgende Aufgaben (Abbildung 40).

- Aufnahme von Zapf- und Probandaten in die Datenorganisation (Task DAT51), Eintragung der Soll-Experimente entsprechend der Zapfstellen-Experiment-Analysenprogrammzuordnung (Common J1, ZEAZ), Aufbau der Probenindexliste (Common J5, PRIX) und indizierte Abspeicherung der Zapf- und Probandaten in der Proben-datei (Datenfile ZAPO). Zapf- und Probandaten heißer Proben werden vom Satellitensystem (PDP-11/10) durch den Task RDAT empfangen, dagegen werden Daten der Make-up- bzw. Standardproben nach Terminaleingabe (Task PROD) durch das Bedienungssystem übergeben.
- Bereitstellung von Proben-, Präparate- und Analysenprogramm-daten während der Präparation. Dieser Vorgang umfaßt Operationen wie Modifizierung der Originalprobandaten bezüglich Ist-Experimente und Proben-volumen, Aufstellung von Präpa-ratedaten einschließlich Volumen und Temperaturzuordnung sowie deren Speicherung in der Probenindexliste und Proben-datei.
- Ergänzung der Parallelproben- und Präparatepuffer bezüglich experimentspezifischer Parameter.
- Aufbereitung von Experimentsollwerten für das Interrupt- und Meßwerterfassungssystem zur Präparation, Meßwerterfassung bzw. digitaler Sollwertausgabe an die Experiment-hardware.

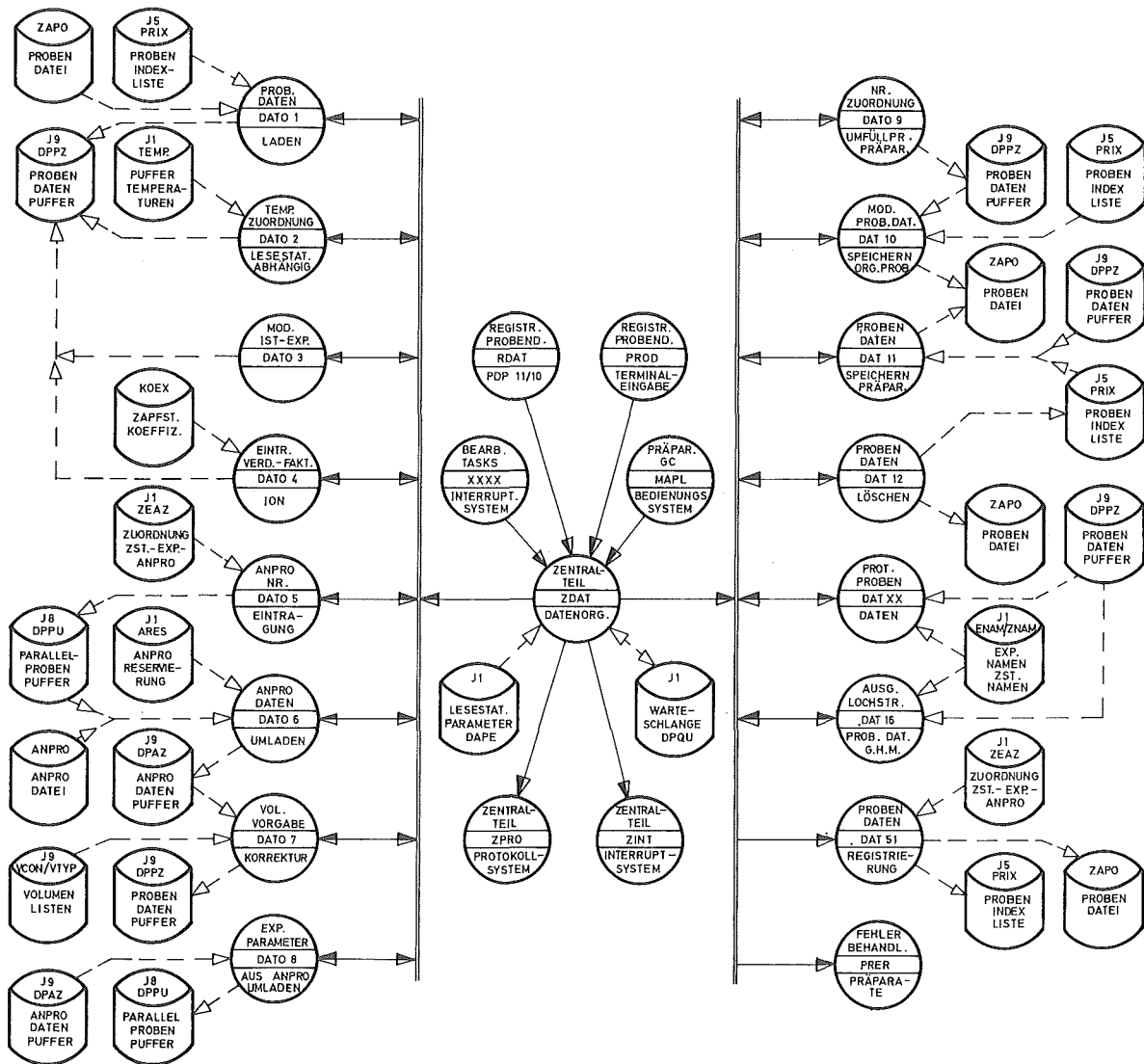


Abbildung 40: Taskaktivierung und Datenfluß im Bereich  
der Datenorganisation

- Eliminierung von Zapf- und Probandaten verbrauchter Originalproben und gemessener Präparate aus der Probandatei und der Probenindexliste.

Taskablaufsequenzen innerhalb des Datenorganisationssystems (Abbildung 40) werden durch lesestationsabhängige und -unabhängige Zuordnungen von Hardware- und Verwaltungsfunktionen zu Datenverarbeitungsoperationen im Zentralteil (ZDAT) gesteuert.

Zuordnungen von Lesestationen zu Bearbeitungsprozeduren (Organisationsdatei J1, DAPE, Abschnitt 6.1.3.1) umfassen für jede Lesestation folgende Bereiche:

- Zuordnung des Experimentes, der Terminals zwecks Ausgabe von Meldungen und Protokolle sowie der nachfolgenden bei der Probenverteilung vorgesehenen Lesestation,
- Zuordnung von temporären Dateien wie Experimentbestellpuffer, Parallelproben- und Meßprobenreihenfolge-Puffern sowie Meßwertpuffern,
- Statuswort Datenorganisation, in dem jeder Lesestation bis zu 16 voneinander unabhängige Operationen zugeordnet werden können, wobei jeder Bitposition im Statuswort, von rechts beginnend, ein Operationstask (DAT01 bis DAT16) zugeordnet ist.

Lesestationsunabhängige Zuordnungen von Organisationsaufgaben zu Bearbeitungstasks sind durch Bearbeitungskennnungen (Processing Flag 17 bis 60) festgelegt.

Send-Tasks anderer Teilsysteme (Beginn eines Bearbeitungsprozesses im Bereich Datenorganisation) übergeben während der Aktivierung des Zentralteils (ZDAT) im Send-Puffer u.a. Bearbeitungskennung (für lesestationsabhängige Prozesse Null), Lesestations- und Probennummer. Bei lesestationsabhängigen Bearbeitungsprozessen werden durch sequentielle Aktivierungen Organisationstasks entsprechend den gesetzten Bitpositionen im Statuswort abgearbeitet, wobei ein beendeter Organisations-

task den Zentralteil zur Einleitung der Folgebearbeitung initiiert, bis alle im Statuswort vermerkten Verwaltungsoperationen abgeschlossen sind.

Schnelle Zugriffe auf den Zentralteil Datenorganisation, die während der Abarbeitung eines Bearbeitungsprozesses erfolgen, werden in eine Warteschlange eingereiht. Zur sequentiellen Bearbeitung dieser Zugriffe wird ein Teil der im Receive-Puffer übergebenen Informationen in einer Queue (Organisationsdatei J1, DPQU) zwischengespeichert.

#### 5.3.6 Protokollsystem

Das Protokollsystem dient zur Ausgabe von Meldungen in Form von Zustandsberichten über die zeitliche Interruptfolge on-line gekoppelter Systeme und Fehlermeldungen im Falle fehlerhafter Folgebearbeitungen oder falscher Datenzuordnungen sowie zur Ausgabe von Kurzprotokollen aller Teilsysteme, speziell des Interruptsystems bei der Probenidentifizierung und Magazinverwaltung.

Meldungen und Kurzprotokolle sind variabel als FORTRAN IV Formate aufgebaut. Jeder Meldung bzw. jedem Kurzprotokoll ist ein Format mit einer max. Länge von 60 Festworten zugeordnet, das neben fest zugeordnetem Text Standardvariablen wie Probennummer, Magazinplatz, Experiment, Lesestation bzw. Zapfstelle enthalten kann. Die Formate sind in einer Protokolldatei (Random-Format-File PROF) mit einer Kapazität von 200 Meldungen abgespeichert. Zur Konvertierung der Standardvariablen vom internen in einen ausgabefähigen Code bzw. zu deren Ermittlung aus übergebenen Adressen dienen den Meldungen zugeordnete Konvertierungsmasken, in denen pro Meldung max. 16 Konvertierungsanweisungen unterschiedlicher Variablen programmiert werden können.

Sowohl die Formate als auch die zur Ausgabe der Standardvariablen erforderlichen Konvertierungsmasken werden mit interaktiver Unterstützung durch das Bedienungssystem bei Instal-

lation des Anwendersystems aufgebaut, Struktur und Aufbau des Protokollsystems gleichen denen der übrigen Teilsysteme. Dem Zentralteil können neben dem Task MELD (Abbildung 41) weitere Tasks zur Ausgabe umfangreicher Protokolle hinzugefügt werden.

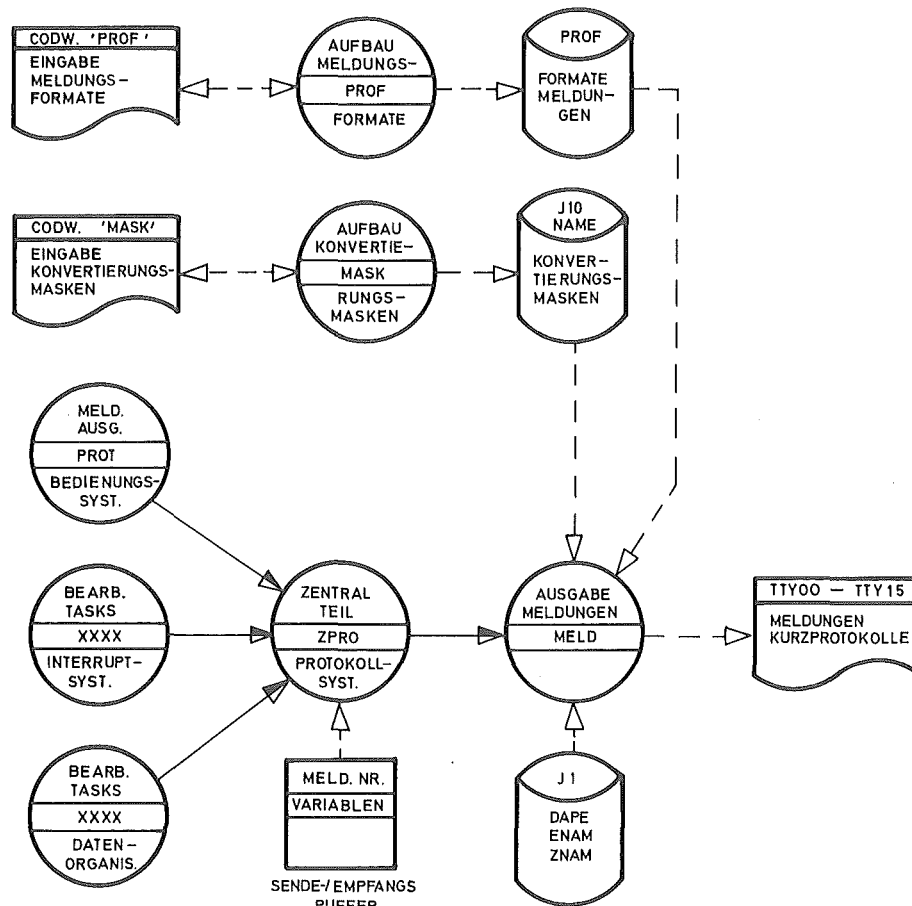


Abbildung 41: Struktur und Taskablauffolge des Protokollsystems

### 5.3.7 Auswertesystem

Aufgaben des Auswertesystems ist die analysenverfahrensspezifische Auswertung off-line oder on-line erfaßter Meßdaten einzelner Experimente.

Der Zentralteil des Auswertesystems wird bei on-line Datenerfassung (Abbildung 42) durch Bearbeitungstasks des Interrupt- und Meßwerterfassungssystems aktiviert.

Off-line Meßwerterfassung ist entweder alternativ zur on-line Meßwerterfassung für Experimente mit geringer Datenmenge oder für solche, die über keine on-line Kopplung verfügen, vorgesehen. Dazu werden die Meßdaten interaktiv unterstützt an den Terminals des Bedienungssystems eingegeben, dessen Bearbeitungstasks den Zentralteil des Anwendersystems aktivieren.

Die Initialisierungsprogramme des Auswertesystems übertragen aus temporären Bearbeitungspuffern die Parallelproben- und Meßdatenpuffer in die experimentzugeordneten Nahtstellen der Auswertung.

Den kompletten Aufbau dieser Nahtstellen übernimmt der Zentralteil (Proben- und Zapfdaten, Analysenprogramme, Koeffizientensätze). Dieser aktiviert, mit Ausnahme der Gaschromatographie, direkt die Auswerteprogramme sowie bei allen Experimenten einen Task (AUWA) zur Eliminierung der Meßpräparate aus der rechnerinternen Buchführung.

Bei der Gaschromatographie werden die Meßdaten, Chromatogramme mit einer Datenkapazität von 3 k Festworten nach deren Vorwertung (Task WRGC) in einer Chromatogrammdatei zwischengespeichert. Die analysenprogrammabhängige, durch interaktiven Dialog unterstützte Auswertung der Chromatogramme wird durch Codewortbedienung aktiviert.

Global gliedert sich die Auswertung der Meßdaten von Prozeßproben in die

- Auswertung der Analysendaten einzelner Proben (Einzelauswertung), wobei entsprechend der zugeordneten Analysenprogramme Konzentrationen bzw. Aktivitäten mehrerer Komponenten in einer Probe bestimmt werden mit anschließender Ausgabe eines anwenderorientierten Analysenprotokolls auf dem zugeordneten Experimentterminal sowie in die

- Gruppenauswertung einer Parallelprobenserie aus gleicher Zapfstelle und Charge, bei der die Ergebnisse der Einzelauswertung einem kontinuierten  $\chi^2$ - und Ausreißertest unterzogen werden, sowie die Bestimmung von Mittelwerten, deren Standardabweichungen und Toleranzen, die dann zu einem Gruppenprotokoll zusammengefaßt werden.

Meßdaten von Standardproben, die zur Berechnung von Eichfunktionen dienen, werden nach einer Vorauswertung in experimentzugeordneten Eichdatenfiles abgespeichert. Zur Auswertung dieser Daten dienen experimentspezifische, modular strukturierte Auswerteprogramme.



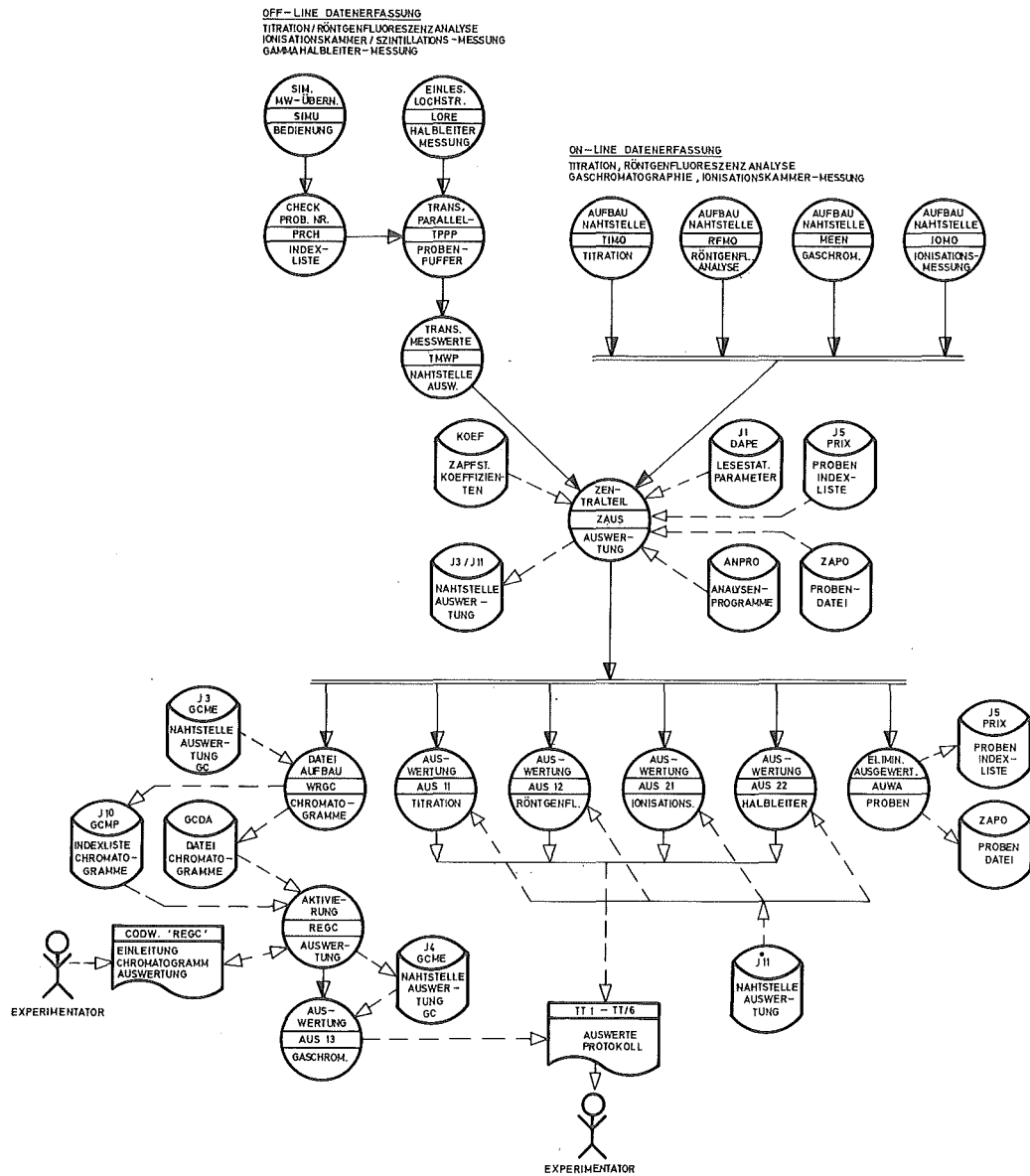


Abbildung 42: Gesamtübersicht und Taskablauffolge  
Auswertesystem

## 6. MENSCH-MASCHINE-KOMMUNIKATION

Der funktionale Ablauf von Bearbeitungsprozessen bei einem rechnerunterstützten Laborbetrieb erfordert eine effektive Unterstützung der Anwender durch die Datenverarbeitung in Form eines Berichtswesens.

Das Berichtswesen des Zentralsystems PDP11/40 umfaßt im wesentlichen die Bereiche:

- a) Aufbau und Modifizierung von Anwenderdateien,
- b) Unterstützung des Anwenders an den Schnittstellen zwischen mechanisch oder manuell durchgeführten und rechnerintegrierten Teilen von Bearbeitungsprozessen sowie die
- c) Information des Anwenders über den aktuellen Zustand des Analytikbetriebs.

Die Punkte a) und teilweise c) werden durch das Bedienungssystem übernommen. Durch interaktiven Dialog können die Versorgungsdateien aufgebaut und modifiziert werden. Das Bedienungssystem ermöglicht es, durch Codewort-Anforderungen diese Dateien zu protokollieren sowie Informationsprotokolle über den aktuellen Bestand der Probenmagazine, die durchzuführenden Analysen sowie den Präparationszustand aller Experimente auszugeben.

Der Bereich b) und Teile des Bereiches c) werden durch Zusammenwirken aller Teilsysteme des Anwendersystems abgedeckt. An den Schnittstellen zwischen mechanisch oder manuell und durch die Datenverarbeitung ausgeführten Teilen von Bearbeitungsprozessen wird der Anwender entsprechend dem Bearbeitungszustand durch Meldungen (Aktivierung des Protokollsystems), Informationen und Anweisungen in Form von Protokollen mit Probedaten, Analysenprogrammen, Parallelprobenzuordnungen (Datenorganisation) sowie Analysenberichten (Auswertesystem) unterstützt. Manuell einzuleitende Datenverarbeitungsoperationen werden durch Codewort-Eingaben aktiviert.

Die Kommunikation des Anwenders mit dem Datenverarbeitungssystem umfaßt den Aufbau der Anwenderdateien und den Routinebetrieb während einer Kampagne.

Der Aufbau von Anwenderdateien dient zur Festlegung einiger Bereiche der Analytikorganisation (Abschnitt 6.1.13) sowie schwerpunktmäßig zur Vorbereitung von Experimenten (Abschnitt 6.1.1) und der Wiederaufarbeitungskampagne (6.1.2), wodurch der funktionale Ablauf des Routinebetriebs festgelegt wird.

Die Analytikorganisation wird bezüglich der Bereiche Probenverteilung, Zuordnung von Hardwarekomponenten zueinander (Experimente, Magazine, Lesestationen und Terminals) und Festlegung lesestationsabhängiger Organisationsdateien bestimmt.

Neben der Definition von Analysenprogrammdateien werden bei der Vorbereitung von Experimenten alle zur Auswertung der Meßdaten erforderlichen Koeffizienten und Eichfunktionen festgelegt.

Die einheitlich strukturierten Analysenprogrammdateisätze bestehen aus mehreren Analysenprogrammen pro Experiment. Jedes Analysenprogramm stellt eine Experimentablaufvariante dar und enthält alle Daten (Variablen und Adressen von Koeffizientensätzen) zur Durchführung und Steuerung der Präparation und Analyse sowie zur Auswertung von Meßdaten.

Während der Kampagnevorbereitung werden anhand der Behälterbelegung Zapfstellen, zapfstellenspezifische Koeffizienten und die Anzahl der Chargen festgelegt. Anhand des Fließschemas der aktuellen Prozeßvariante und der experimentzugeordneten Analysenprogrammdateien werden den Proben aus jeder Zapfstelle die durchzuführenden Experimente und jedem Experiment ein Analysenprogramm zugeordnet.

Anhand dieser Festlegungen erfolgt der rechnerunterstützte Routinebetrieb. Zur Registrierung, Magazinierung und Verteilung

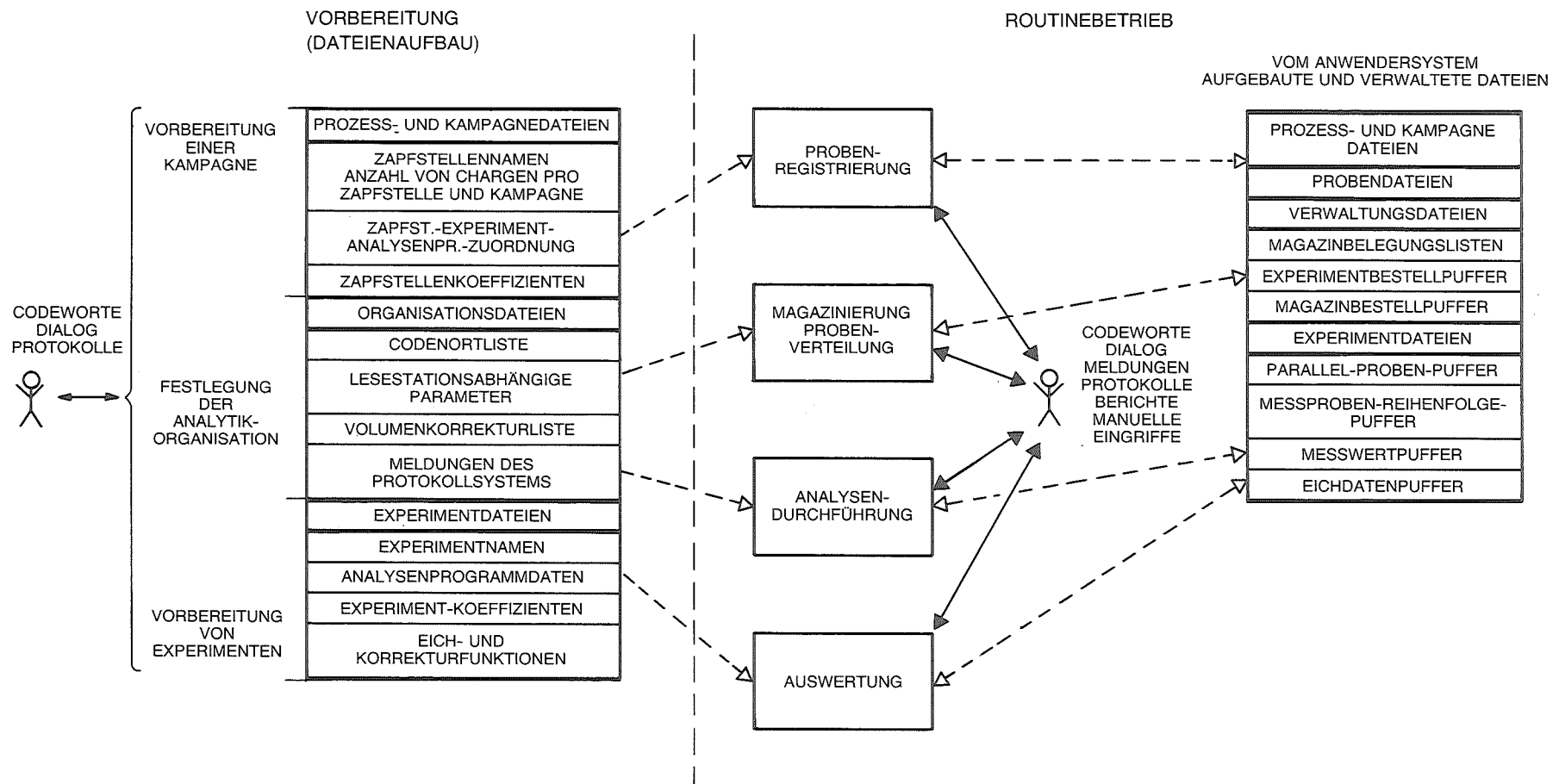


Abbildung 43: Vorbereitende Operationen (Dateienaufbau) und Informationsfluß im Routinebetrieb

von Proben sowie zur Experimentdurchführung und -auswertung während des Routinebetriebs bedient sich das Anwendersystem zusätzlicher Dateien, die vom Anwendersystem während des Ablaufs von Bearbeitungsprozessen aufgebaut und verwaltet werden.

### 6.1 Aufbau und Modifizierung von Anwenderdateien

Die Anwenderdateien werden erstmalig während der Generierung des Anwendersystems unter dem Betriebssystem RSX-11D mit den zur Verfügung stehenden System-Hilfsprogrammen als Common-Tasks und Random-Files gebildet und nach Installation des Anwendersystems entsprechend der aktuellen Prozeßvariante und der vorgegebenen Organisation des Analytikbetriebs aufgebaut.

Während des Betriebs können die Anwenderdateien jederzeit an die Erfordernisse der Labororganisation, geänderte Prozeßgegebenheiten (Kampagnewechsel) oder modifizierte Analysenvorschriften angepaßt werden.

In diesem Abschnitt werden Versorgungsdateien behandelt, die vom Anwender mittels des Bedienungssystems aufgebaut werden und deren Existenz eine notwendige Voraussetzung zur Aufnahme des Laborbetriebs darstellt.

Dateien und Datenpuffer, die während des regulären Laborbetriebs vom Anwendersystem selbst aufgebaut und verwaltet werden und teilweise Schnittstellen zwischen manuell durchgeführten und rechnergeführten Segmenten von Bearbeitungsprozessen darstellen, sind im Abschnitt 6.2 erläutert.

#### 6.1.1 Experimentdateien

Notwendig für die Aufnahme des Experimentbetriebs ist die Festlegung von Experimentnamen und der experimentzugeordneten Daten.

Experimentzugeordnete Daten umfassen Analysenprogramme sowie in geringem Umfang experimentspezifische Koeffizienten. Experimente, die zur Versorgung der Auswertung zusätzlich umfangreichere analysenprogrammabhängige Daten benötigen, verfügen über zusätzliche Experimentdateien zur Aufnahme von Eichdaten, Eichfunktionen und Korrekturfaktoren. Aufbau und Verwaltung dieser Dateien werden im Abschnitt 7 behandelt.

#### 6.1.1.1 Definition von Experimentnamen und der Anzahl der Analysenprogramme pro Experiment

Experimentnamen, max. 16, bestehen aus 2 Ziffern, wobei die 1. Ziffer die Analytikgruppe (1 = chemische Analytik, 2 = kernphysikalische Analytik I, 3 = kernphysikalische Analytik II) und die 2. Ziffer die laufende Experimentnummer innerhalb einer Analytikgruppe darstellt (Abb. 45).

Die Eingabe von Experimentnamen sowie der pro Experiment max. zulässigen Anzahl von Analysenprogrammen erfolgt durch Aktivierung des Bedienungssystems (Code-Wort "INDA", Abb. 44), wobei nach Abschluß der Eingabe ein Protokoll der eingegebenen Experimentbezeichnungen und der Anfangsadressen der Analysenprogramme im Random-File ausgegeben wird. Mittels des Code-Wortes "ENAM" können die Experimentbezeichnungen separat aufgelistet werden (Abb. 45).

Durch Eingabe des Code-Wortes "ANEX" (Abb. 46) kann die Anzahl der definierbaren Analysenprogramme pro Experiment protokolliert werden.

#### 6.1.1.2 Aufbau und Modifizierung von Analysenprogrammen

Jedem Experiment ist ein einheitlich strukturierter Satz von Analysenprogrammen mit dem durch "INDA" (Abb. 44) definierten Umfang zugeordnet.

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 0
CODE-WORT: INDA

EE = EXPERIMENT-BEZEICHNUNG
NN = MAXIMALE ANPROZEILENZAHLE ZU DEM EXPERIMENT
* = ABBRUCH
EE/NN11/30
12/30
13/30
14/0
15/0
16
17
18
19
21/30
22/30
23/30
24/30
25/0
31/30
32

EXP: 11 12 13 14 15 16 17 18 19 21 22 23 24 25 31 32
OFF: 0 30 60 90 90 90 90 90 90 90 120 150 180 210 210 240 240

*** ENDE - INDA ***

```

Abbildung 44: Eingabe von Experimentnamen und der max. zulässigen Anzahl von Analysenprogrammen

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 0
CODE-WORT: ENAM

LISTE DER EXPERIMENT-NAMEN.
*****
1 : 11 ----- Titration
2 : 12 ----- Röntgenfluoreszenzanalyse
3 : 13 ----- Gaschromatographie
4 : 14 ----- Dichtebestimmung
5 : 15 ----- Polarographie
6 : 16 ----- Fluoridbestimmung
7 : 17 ----- Produktspezifikation
8 : 18 ----- Sulfidbestimmung
9 : 19 ----- Reserve
10 : 21 ----- Ionisationskammer
11 : 22 ----- Gamma-Halbleiter-Messung
12 : 23 ----- Gross-Gamma-Messung
13 : 24 ----- Gross-Beta-Messung
14 : 25 ----- Reserve
15 : 31 ----- Alpha-Spektrometrie
16 : 32 ----- Reserve

chemische Analytik
kernphysikalische Analytik I
kernphysikalische Analytik II

*** ENDE - ENAM ***

```

Abbildung 45: Ausgabe von Experimentnamen

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 0
CODE-WORT: ANEX

EXPERIMENT - MAXIMALE ANPRO-ZEILEN ZUORDNUNG.
*****
11 : 30
12 : 30
13 : 30
14 : 0
15 : 0
16 : 0
17 : 0
18 : 0
19 : 0
21 : 30
22 : 30
23 : 30
24 : 30
25 : 0
31 : 30
32 : 0

*** ENDE - ANEX ***

```

Abbildung 46: Ausgabe max. definierbarer Analysenprogramme pro Experiment

Die Analysenprogrammsätze werden mit Hilfe des Texteditors als Source-Daten Files mit dem File-Namen ANPRO.XX aufgebaut, wobei XX den Experimentnamen entsprechend Abb. 45 darstellt.

Ein Satz von Analysenprogrammen setzt sich aus einem Protokollkopf und den Analysenprogrammdatensätzen zusammen (Abb. 47).

Im Protokollkopf sind die Variablennamen des Analysenprogramms definiert.

Jedem Analysenprogramm ist ein Datensatz mit max. 64 Real-Variablen zugeordnet, der in 2 Bereiche geteilt ist. Der 1. Bereich umfaßt eine Zeile der im Protokollkopf definierten Variablenwerte, im 2. Bereich werden sonstige nicht protokollierte analysenspezifische Variablen abgespeichert.

Zur Benennung der Analysenprogramme dient die Bezeichnung AXXYY, wobei XX den Experimentnamen und YY die laufende Analysenprogrammnummer des Experimentes XX darstellt.

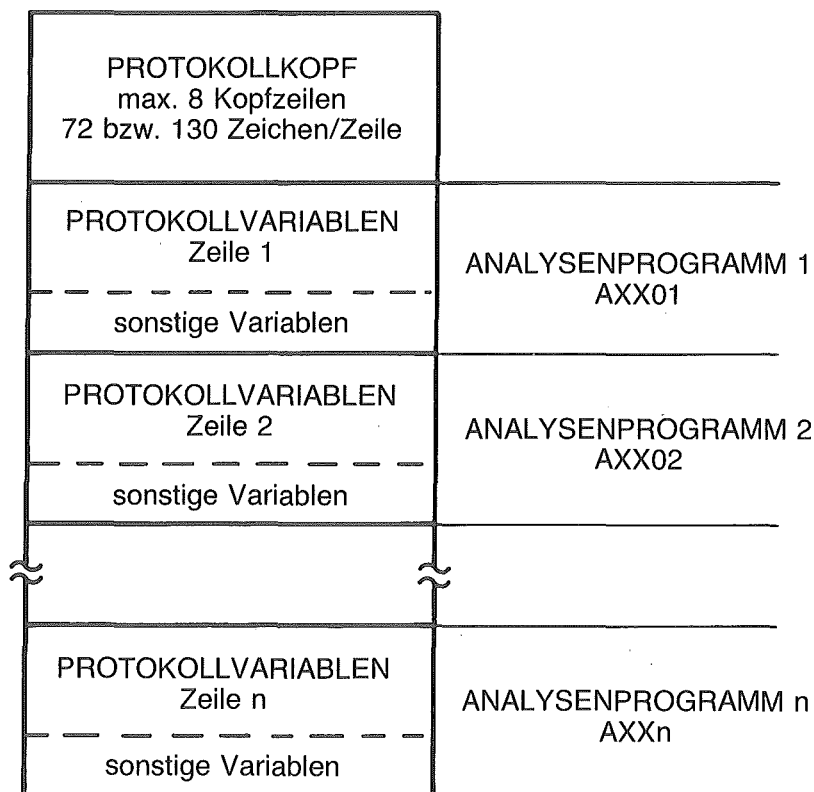


Abbildung 47: Struktur eines Analysenprogrammdatensatzes  
(Source-Daten-File ANPRO.XX)



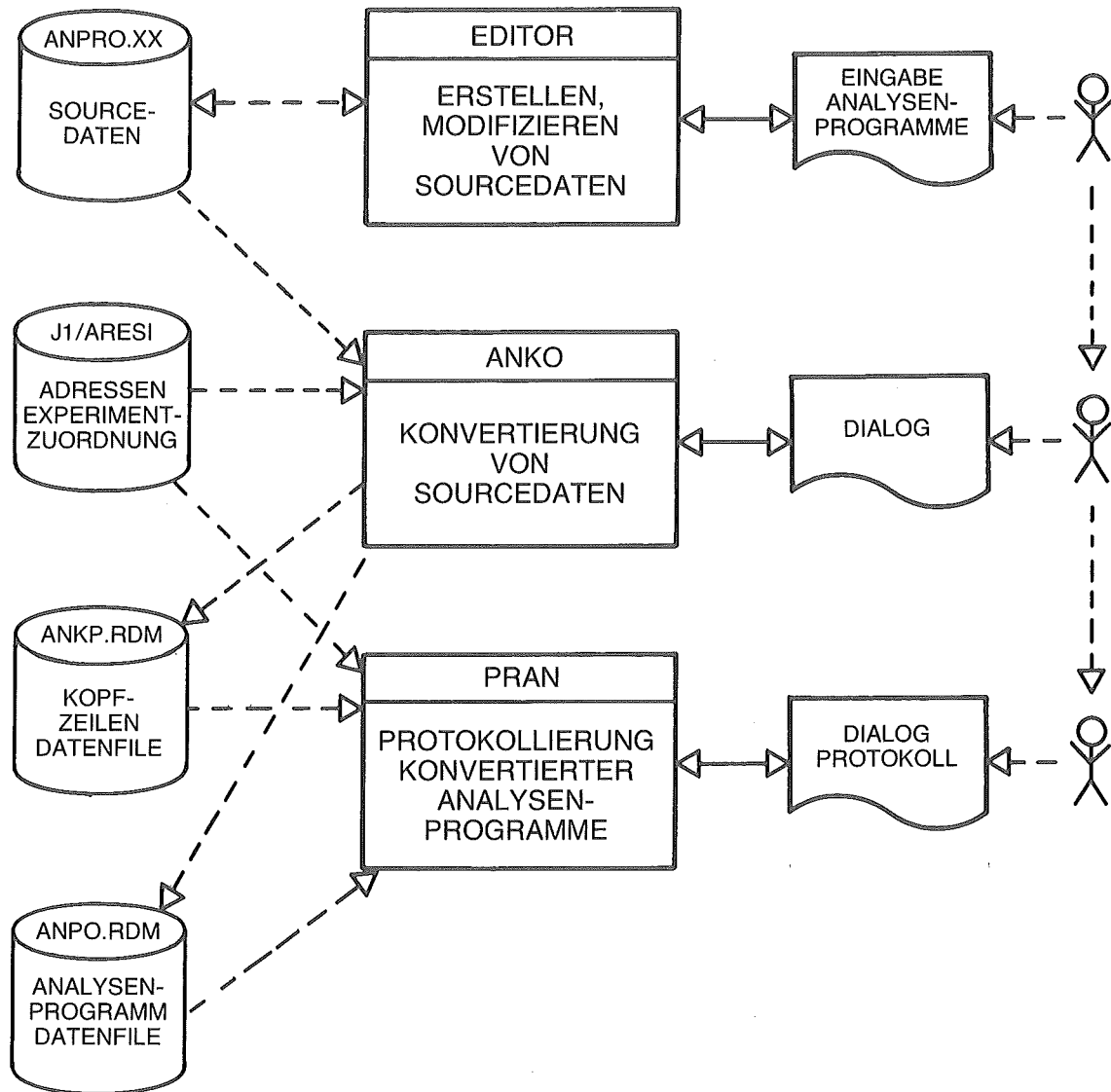


Abbildung 48: Aufbau und Modifizierung von Analysenprogramm-  
daten

```

K21
ANPRO V,ANS AL,OR V,ZV AL,ZV V,EV GRWE1 GRWE2 GRENZWERT3 PP VERD.-MIT.
NR.  CMLJ CMLJ CMLJ CMLJ CMLJ CMCIJ CMCIJ BETA CMCIJ CMOL/LJ
*
A2101
V,ANS/F5.3/0.000//
AL,OR/F5.2/ 0.00//
V,ZV/F5.2/ 0.00//
AL,ZV/F5.2/ 0.00//
V,EV/F5.2/ 0.00//
GRWE1/F5.2/ 0.20//
GRWE2/F5.2/40.00//
GRENZWERT3/E10.3/ 0.100E-01//
PP/F2.0/2.//
VERD-MIT/A10/12.5N HN03//
$
ABSTAND PROBE-DETEKTOR CMJ/E12.5/ 0.10000E+01//
AUSD/E11.4/ 0.1000E+01//
GRENZE/2E9.2/ 0.46E-02 0.80E+05//
ERGE/F2.0/0.//
*
A2102
V,ANS/F5.3/0.120//
AL,OR/F5.2/ 0.05//
V,ZV/F5.2/ 0.00//
AL,ZV/F5.2/ 0.00//
V,EV/F5.2/10.00//
GRWE1/F5.2/ 0.20//
GRWE2/F5.2/40.00//
GRENZWERT3/E10.3/ 0.100E-01//
PP/F2.0/4.//
VERD-MIT/A/TBF-DODEK.//
$
ABSTAND PROBE-DETEKTOR CMJ/E12.5/ 0.10000E+01//
AUSD/E11.4/ 0.1000E+01//
GRENZE/2E9.2/ 0.46E-02 0.80E+05//
ERGE/F2.0/0.//
*
A2103
V,ANS/F5.3/0.120//
AL,OR/F5.2/ 0.05//
V,ZV/F5.2/10.00//
AL,ZV/F5.2/ 0.05//
V,EV/F5.2/10.00//
GRWE1/F5.2/ 0.20//
GRWE2/F5.2/40.00//
GRENZWERT3/E10.3/ 0.100E-01//
PP/F2.0/2.//
VERD.-MIT/A/12.5M HN03//
$
ABSTAND PROBE-DETEKTOR CMJ/E12.5/ 0.10000E+01//
AUSD/E11.4/ 0.1000E+01//
GRENZE/2E9.2/ 0.46E-02 0.80E+05//
ERGE/F2.0/0.//
*

```

Abbildung 49: Source-Daten-File des Analysenprogrammdatensatzes zur Ionisationskammermessung (ANPRO.32)

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 0
CODE-WORT: ANKO
HAT SICH DIE ZAHL DER KOPFZEILEN GEAENDERT?(1 = JA; [CR] = NEIN): X =
ALLE KOPF-U.ANPRO-ZEILEN ALLER EXPERIMENTE?(1 = JA; [CR] = NEIN): X =
ALLE ZEILEN DES EXPER.XX? (JA = EXP.-BEZEICHN.[CR]; NEIN = [CR]):XX =
GEBEN SIE DIE NUMMERN DER GEAENDERTEN ZEILEN (MAX.20):
KXX[CR] : FUER KOPFZEILEN (XX=EXP.-NR.), ODER
AXYY[CR] : FUER ANPROZEILEN (XX=EXP.-NR./YY=ANPRO-NR.), ODER
[CR] : ABSCHLUSS DER EINGABE (AUTOMAT.ABSCHLUSS NACH 20 ZEILENNR.)
K21
A2103

```

```

*** KONVERTIERUNGSLAUF VOM: 29-APR-81 11:56:45 ***

```

```

*** ENDE ANKO ***

```

Abbildung 50: Konvertierung von Analysenprogrammen

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 0
CODE-WORT: FRAN
FRAN: GEBEN SIE DIE NUMMERN DER ZU PROTOKOLLIERENDEN ANPRO-ZEILEN
      NACH DEM MUSTER:
0 U.[CR] : ALLE ANPROZEILEN ALLER EXP. LISTEN.
EE       : ALLE ANPROZEILEN DES EXP.EE LISTEN.
EE/AA    : AA. ANPROZEILE DES EXP.EE LISTEN.
EE/AA/BB : AA.-BB.ANPROZEILE DES EXP.EE LISTEN.
NUR [CR] : ABRUCH DES PROGRAMMS.
EE/AA/BB :
21

```

```

ANALYSENPROGRAMM - PROTOKOLL EXP. 21 VOM: 29-APR-81 11:58:13
=====

```

ANPRO NR.	V.ANS [ML]	AL.OR [ML]	V.ZV [ML]	AL.ZV [ML]	V.EV [ML]	GRWE1 [MC]	GRWE2 [MC]	GRENZWERT3 BETA [MC]	PP	VERD.-MIT. [MOL/L]
A2101	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	40.00	0.100E-01	2.	12.5N HNO3
A2102	0.120	0.05	0.00	0.00	10.00	0.20	40.00	0.100E-01	4.	TBP-DODEK.
A2103	0.120	0.05	10.00	0.05	10.00	0.20	40.00	0.100E-01	2.	12.5M HNO3

```

*** ENDE FRAN ***

```

Abbildung 51: Protokoll der Analysenprogramme zur Ionisationskammermessung (Experiment 21)

Nach der Erstellung von Source-Daten Files werden im 2. Schritt die AnalysenprogrammDATENSätze durch Aktivierung des Bedienungssystems (Code-Wort "ANKO", Abb. 50) konvertiert. Während der Konvertierung (Abb. 48) werden die Formate der Protokollköpfe entsprechend der Reihenfolge von Experimentnamen indiziert im Random-File ANKP.RDM, die Variablendaten in Datenblöcken mit jeweils 256 Festworten pro Analysenprogramm nach der im Common J1/ARES/ hinterlegten Adresse im Random-File ANPO.RDM abgespeichert. Ein Datenblock ist in 2 Bereiche zu je 128 Festworte unterteilt. Im 1. Bereich sind die Formate, im 2. die Werte der ASCII bzw. Real-Variablen eines Analysenprogramms hinterlegt.

Zur Ausgabe konvertierter Analysenprogrammsätze wird das Bedienungssystem durch Eingabe des Codewortes "PRAN" aktiviert (Abb. 51).

### 6.1.1.3 Eingabe und Modifizierung experimentspezifischer Koeffizienten

---

Analysenprogrammunabhängige, experimentspezifische Koeffizienten können durch Aktivierung des Bedienungssystems (Code-Wort "EXKO", Abb. 52) gezielt unter Angabe der laufenden Koeffizienten-Nummer zugeordnet bzw. modifiziert werden. Für jedes Experiment sind 16 Real-Koeffizienten vorgesehen. Definierte Koeffizienten können mittels des Code-Wortes "EXPO" protokolliert werden.

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 0
CODE-WORT: EXKO

ZZ      = EXPERIMENT
NN      = NN.TER KOEFFIZIENT
+X.XXXXXE+XX = KOEFFIZIENTEN-WERT
0       = ABBRUCH

ZZ :
13

NN=+X.XXXXXE+XX :
01=.29791

NN=+X.XXXXXE+XX :
02=7.73810

NN=+X.XXXXXE+XX :
03=12.8060

NN=+X.XXXXXE+XX :
0

KOEFFIZIENTEN FUER EXPERIMENT : 13

0.29791E+00
0.77381E+01
0.12806E+02
0.90908E+01
0.48564E+02
0.51813E+02
0.18503E+03
0.10000E+01
0.24960E+01
0.49838E+01
0.24960E+02
0.49888E+02
0.24940E+03
0.49875E+03
0.00000E+00
0.00000E+00

*** ENDE -- EXKO ***

```

Abbildung 52: Zuordnung experimentspezifischer Koeffizienten

### 6.1.2 Prozeß- und Kampagnedateien

Die Prozeß- und Kampagnedateien werden vor Kampagnebeginn entsprechend dem Fließschema der aktuellen Prozeßvariante aufgebaut und können während des Kampagneablaufs vervollständigt und modifiziert werden. Der Aufbau dieser Dateien umfaßt die

- Festlegung von Zapfstellen und der maximalen Anzahl von Chargen für die aktuelle Prozeßvariante,
- Zuordnung dieser Zapfstellen zu den durchzuführenden Experimenten und Zuordnung der Experimente zum Analysenprogramm,
- Definition zapfstellenzugeordneter Koeffizienten für Zwecke der Auswertung.

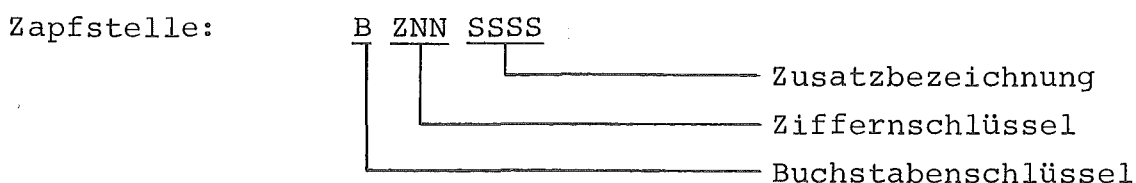
#### 6.1.2.1 Festlegung von Zapfstellen und Chargen

Das System erlaubt die gleichzeitige Festlegung von 255 Zapfstellen, wobei jeder Zapfstelle maximal 255 Chargen pro Kampagne zugeordnet werden können. Jede Zapfstelle kann durch maximal 8 alphanumerische Zeichen benannt werden.

Da es aus datenorganisatorischen Gründen erforderlich ist, daß allen in die Buchführung aufgenommenen Proben eine Zapfstelle zugeordnet wird, folgt eine Gliederung der durch die Datenverarbeitung verwalteten Zapfstellen in

- Prozeßzapfstellen, aus denen Originalproben (Prozeß- und Make-up-Proben) geliefert werden und
- Pseudozapfstellen als Zuordnungskriterium für Standardproben.

Die Benennung der Prozeßzapfstellen ergibt sich aus der sequentiellen Anordnung von Buchstaben-, Ziffern-Schlüsseln und Zusatzbezeichnungen nach dem Schema:



Buchstaben-Schlüssel

D - Auflöser (Dissolver)  
 E - Extraktion (Make-up-Bereich)  
 F - Speiselösungseinstellung (feed)  
 G - Gaswäsche  
 H - Salpetersäurerückgewinnung  
 M - Medien-Versorgung  
 P - Probennahmebehälter  
 T - Solventwäsche

Ziffern-Schlüssel

1NN - Vorratsbehälter  
 2NN - Wärmetauscher  
 3NN - Mixer-Settler/Auflöser  
 4NN - Verdampfer  
 6NN - Abscheider/Filter/Zentrifugen,

wobei NN die laufende Nummer der Behälter (NN = 01, 02, 03 ... 99) darstellt.

Pseudozapfstellen werden mit 6 alphanumerischen Zeichen wie folgt benannt:

Pseudozapfstelle	<u>EX</u>	<u>SSSS</u>	
			Standardtyp
		_____	Experimentbezeichnung

Ein Standardtyp stellt ein Komponentensystem einer bestimmten Prozeßlösung dar und dient zur Bestimmung von Eichfunktionen einer Analysenapparatur. Unterschiedliche Istwerte der Komponenten eines Standardtyps werden durch Chargennummern gekennzeichnet.

Die Eingabe von Zapfstellenamen und Chargen in die Datei wird durch das Code-Wort "ZAPF" (Abb. 53) eingeleitet. Durch Vorwahl einer laufenden Zapfstellennummer, die bei der Ausgabe der Zapfstellenamensliste protokolliert wird, ist es möglich, ein oder mehrere Zapfstellenamen und Chargen an eine bestimmte Stelle innerhalb der Liste einzugeben oder zu modifizieren.

Durch Aktivierungen des Bedienungssystems mit den Code-Worten "ZNAM" oder "FREQ" können separate Protokolle der Zapfstellen-namen (Abb. 54) bzw. der max. Chargen pro Zapfstelle (Abb. 55) ausgegeben werden.

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5
CODE-WORT: ZAPF

NNN = LAUFENDE NUMMER DER ERSTEN EINZUTRAGENDEN ZAPFSTELLE
ZZZZZZZZ = BEZEICHNUNG DER ZAPFSTELLE
FFF = MAXIMALE ZAPFFREQUENZ
* = ABBRUCH

NNN :
2
ZZZZZZZZ/FFF :D112      /15
D114      /18
*

ZAPFSTELLE      MAXIMALE ZAPFFREQUENZ
2 : D112          15
3 : D114          18

*** ENDE - ZAPF ***

```

Abbildung 53: Eingabe von Zapfstellen-namen und der max. Anzahl von Chargen pro Kampagne

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5
CODE-WORT: ZNAM

LISTE DER ZAPFSTELLEN-NAMEN.
*****
1 : ZST1
2 : ZST2
3 : ZST3
4 : ZST4
5 : ZST5
6 : ZST6
7 : ZST7
8 : ZST8
9 : ZST9
10 : ZST10
11 : D103
12 : D301S
13 : E119
14 : F104
15 : H101
16 : E122
17 : M103
18 : E301A16
19 : ZST19
20 : ZST20

```

Abbildung 54: Ausgabe von Zapfstellen-namen



TELETYPE-INTERPRETER NR: 5  
CODE-WORT: FREQ

LISTE DER MAXIMALEN ZAPFFREQUENZEN PRO ZAPFSTELLE.

\*\*\*\*\*

ZST1	:	130
D112	:	15
D114	:	18
ZST4	:	0
ZST5	:	192
ZST6	:	150
ZST7	:	160
ZST8	:	170
ZST9	:	180
ZST10	:	190
D103	:	100
D3018	:	110
E119	:	120
F104	:	130
M101	:	140
E122	:	100
M103	:	0
E301A16	:	250
ZST19	:	0
ZST20	:	20

Abbildung 55: Protokoll der Zapfstellen-Chargen Zuordnung

### 6.1.2.2 Zuordnung Zapfstelle-Experiment-Analysenprogramm

Die durchzuführenden Analysen an Proben aus gegebener Zapfstelle sind aus dem Fließschema der Prozeßvarianten ersichtlich. Anhand dieser Information, dem Experimentnamen und der Analysenprogramme kann der Anwender mittels des Code-Wortes "ZAPF" (Abb. 56) jeder Zapfstelle bis zu 16 Experimente und jedem Experiment ein Analysenprogramm zuordnen.

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5
CODE-WORT: ZAPE

ZZZZZZZZ = BEZEICHNUNG DER ZAPFSTELLE
EE = EXPERIMENT-BEZEICHNUNG
AA = ZUZUORDNENDE ANPRO-ZEILE
* = ABBRUCH

ZZZZZZZZ/EE/AA :
D112 /11/2

EE/AA :
12/3
13/6
14/0
15
16
17/0
18
19
21/8
22/5
23/6
24/2
*

*** ENDE - ZAPE ***

```

Abbildung 56: Zuordnung Zapfstelle-Experiment-Analysenprogramm

Aus dieser Festlegung werden durch die Datenverarbeitung für jede Probe die anfallenden Experimente ermittelt und deren Soll-Ist-Bearbeitungsstand dokumentiert.

Während der Präparation erfolgt anhand dieser Vereinbarung der Zugriff zu Analysenprogrammdaten, aus denen u.a. Parameter zur Steuerung der Präparations- und Analysenapparatur abgeleitet werden.

Bereits getroffene Zuordnungen können durch Aktivierung des Bedienungssystems mit dem Code-Wort "ZEAZ" nach den Sachkriterien: Zapfstelle, Experiment und laufende Nr. des Analysenprogramms protokolliert werden (Abb. 57).

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5		
CODE-WORT: <u>ZEAZ</u>		
ZAPFSTELLE : <u>D112</u>		
EXPERIMENT :		
ANPROZEILE :		
ZAPFSTELLE	EXPERIMENT	ANPRO-ZEILE
D112	11	2
D112	12	3
D112	13	6
D112	14	0
D112	15	0
D112	16	0
D112	17	0
D112	18	0
D112	19	0
D112	21	8
D112	22	5
D112	23	6
D112	24	2
D112	25	0
D112	31	0
D112	32	0
*** ENDE - ZEAZ ***		

Abbildung 57: Protokoll der Zapfstellen-Experiment-Analysenzuordnung

### 6.1.2.3 Definition zapfstellenabhängiger Koeffizienten

Zapfstellenabhängige Koeffizienten stellen zapfstellenspezifische physikalische Größen bzw. Parameter dar, die für die Dauer einer Kampagne als Konstanten zu betrachten sind. Für diese Koeffizienten steht ein Random-File mit einer Speicherkapazität von 16 Real-Variablen pro Zapfstelle und folgender Organisation zur Verfügung:

Koeffizient 1 - 8 chemische Analytik

Koeffizient 9 - 16 kernphysikalische Analytik I.

Zapfstellenabhängige Koeffizienten werden durch Aktivierung des Bedienungssystems mittels des Code-Wortes "ZAKO" im direkten Zugriff eingegeben bzw. modifiziert (Abb. 58). Durch Eingabe des Code-Wortes "ZAPO" kann für jede registrierte Zapfstelle das Protokoll eines Koeffizientensatzes angefordert werden.

### 6.1.3 Organisationsdateien

Organisationsdateien enthalten Parameter der Datenorganisation und Laborverwaltung, die spezifisch für die Probenverteilung sind und anhand derer entsprechend des Probenflusses Datenzuordnungen erfolgen.

Diese Dateien werden bei Installation des Anwendersystems aufgebaut und nur bei Änderungen rechnerintegrierter Bearbeitungsprozesse modifiziert.

Hierzu gehören:

- Definition lesestationsabhängiger Parameter,
- Festlegung von Parametern zur Volumenkorrektur bzw. Volumenzuweisungen für alle registrierten Proben,
- Aufbau von Meldungen des Protokollsystems.

```

TELETYPE--INTERPRETER NR: 5
CODE-WORT: ZAKO

ZZZZZZZZ      = ZAPFSTELLE
NN             = NN.TER KOEFFIZIENT
+X,XXXXXE+XX  = KOEFFIZIENTEN-WERT
0             = ABRUCH

ZZZZZZZZ :
D112

NN=+X,XXXXXE+XX :
2=40.

NN=+X,XXXXXE+XX :
08=.23589E-2

NN=+X,XXXXXE+XX :
11=-0.17895E-4

NN=+X,XXXXXE+XX :
0

KOEFFIZIENTEN FUER ZAPFSTELLE : D112

0.00000E+00
0.40000E+02
0.50000E+03
0.00000E+00
0.00000E+00
0.00000E+00
0.00000E+00
0.00000E+00
0.23589E-02
0.10000E+01
0.00000E+00
-0.17895E-04
0.00000E+00
0.00000E+00
0.00000E+00
0.00000E+00
0.20000E+01

*** ENDE - ZAKO ***

```

Abbildung 58: Eingabe zapfstellenabhängiger Koeffizienten

### 6.1.3.1 Definition lesestationsabhängiger Parameter

Diese Parameter umfassen lesestationsabhängige Zuordnungen von Hardware- und Verwaltungsfunktionen zu Datenverarbeitungsoptionen für die Bereiche Magazinierung, Probenverteilung, Präparation und Auswertung.

Jeder Lesestation (maximal 32) sind in der Organisationsdatei (J1, DAPE) 16 Parameter zugeordnet, die entsprechend der Positionierung der Lesestation im Labor (siehe Probenverteilungsplan, Abb. 5) zur Festlegung von zugeordneten Hardwarekomponenten, Datenpuffern und Folgebearbeitungen dienen.

Hardwarezuordnungen umfassen (Abb. 59) für jede Lesestation folgende Parameter:

- Parameter 01: Experimentname nach Abb. 45
- Parameter 02: Terminalzuordnung für die Ausgabe von  
Meldungen und Protokollen
- Parameter 07: Nr. der nachfolgenden, bei der Probenverteilung vorgesehenen Lesestation.

Pufferzuweisungen beziehen sich auf die laufenden Nummern der Variablenfelder von temporären Dateien, die als Common-Tasks deklariert sind (siehe Abschnitt 5.3.2) und umfassen folgende Parameter:

- Parameter 03: Nr. des zugeordneten Bestellpuffers für  
Magazine (Common J6, BEMA) und Experimente  
(Common J7, BEEX)
- Parameter 04: Nr. des zugeordneten Parallelprobenpuffers  
(Common J8, PPDU)
- Parameter 05: Nr. des zugeordneten Meßprobenreihenfolge-  
puffers (J12, MWPU)
- Parameter 08: Nr. der zugeordneten Nahtstelle  
Auswertung für Gamma-Spektrometrie  
(Common J11, NAU22n, n = 1, 2, 3).

	01	02	03	04	05	06	07	08	13	14	16	
DP	EX	TM	BP	PP	MP	MW	DP	NA	STATUS	STATUS	STATUS	
NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	GH	AUSWERT.	INTERRUPT	DATENORGANISATION	Lesestationszuordnung
									12345678	ZST/CHA	1234567890123456	
1	0	2	1	0	0	0	0	0	00000000	/ 0	000000000000000000	Zentralmagazin
2	0	5	2	0	0	0	0	0	00000000	/ 0	000000000000000000	Make-Up-Magazin
3	0	0	3	0	0	0	0	0	00000000	/ 0	000000000000000000	Box-Magazin
4	0	3	4	0	0	0	0	0	00000000	/ 0	000000000000000000	Labor-Magazin
5	1	5	1	1	1	1	0	0	10000000	E119 / 3	1110111101000110	Titration heiß
6	1	5	1	1	1	1	0	0	10000000	/ 0	1110111101000110	Titration kalt
7	2	7	2	2	0	0	8	0	00000000	REUS01 / 10	1110111111000110	RFA heiß Originalproben
8	2	7	0	2	0	0	7	0	00000000	/ 0	0000001000100100	RFA heiß Präparate
9	2	7	2	3	0	0	10	0	00000000	REUTS1 / 23	1110111111000110	RFA kalt Originalproben
10	2	7	0	3	0	0	18	0	00000000	/ 0	0000001000100100	RFA kalt Präparate
11	2	13	0	2	2	2	0	0	11100000	/ 0	1000110100001000	RFA (MRS)
12	2	5	0	3	3	0	0	0	00000000	/ 0	1000000000001000	RFA (SRS)
13	0	1	3	4	0	0	14	0	00000000	/ 0	1000000010001000	Umfüllst.1 Originalproben
14	0	1	3	0	0	0	13	0	00000000	/ 0	0000001000111000	Umfüllst.1 Umfüllproben
15	6	3	4	0	0	0	0	0	00000000	/ 0	1010000001000100	Fluor heiß
16	3	0	3	4	4	0	32	0	10100000	/ 0	1010111111000110	Gaschromatographie
17	4	11	4	0	0	0	0	0	10000000	/ 0	1010000001000100	DB, FLK, POL, PSP
18	10	14	10	0	0	0	19	0	00000000	/ 0	1011000010001000	Umfüllst.2 Originalproben
19	10	14	0	5	5	3	18	0	10000000	/ 0	0001111001111010	Umfüllst.2 Umfüllproben
20	0	0	0	0	0	0	0	0	00000000	/ 0	0000000000000000	frei
21	10	14	0	0	0	0	19	0	10100000	/ 0	0000000000101000	ION (Verdünnung)
22	11	0	11	6	0	4	0	1	10010000	D103 / 1	1010110001001011	GSP (Box)
23	11	1	11	7	0	5	0	2	10000000	E119 / 20	1010110001001011	GSP (Labor 1)
24	11	14	11	8	0	6	0	3	10010000	/ 0	1010110001001011	GSP (Labor 2)
25	12	10	12	9	9	7	0	0	11010000	E119 / 20	1010110001000110	GGM
26	13	10	13	10	0	0	27	0	00000000	E119 / 20	1010111011000110	GBM Originalprobe
27	13	10	0	10	10	8	26	0	10110000	/ 0	0000111010100100	GBM Präparat
28	15	3	15	0	0	0	0	0	10000000	/ 0	1010000001000100	Alpha-spektr.
29	0	0	0	0	0	0	0	0	00000000	/ 0	0000000000000000	frei
30	0	0	0	0	0	0	0	0	00000000	/ 0	0000000000000000	frei
31	0	0	0	0	0	0	0	0	00000000	/ 0	0000000000000000	frei
32	3	5	0	**	4	0	16	0	00000000	/ 0	0000001000101000	GC Präparat

Abbildung 59: Protokoll lesestationsabhängiger Parameter (Benutzerdialog, siehe Abb. 61)

Diese Zuordnungen dürfen nur in Verbindung mit der Strukturänderung der genannten Common-Bereiche modifiziert werden.

Die Teilsysteme Interrupt-Meßwerterfassung, Datenorganisation und Auswertung verfügen jeweils über ein Statuswort, in denen lesestationsspezifische Bearbeitungsfolgen festgelegt sind, die nach der Lesung einer Probe innerhalb der Teilsysteme durchzuführen sind.

Im Statuswort des Interrupt- und Meßwerterfassungssystems (Parameter 14) ist die Zapfstelle und Charge der an der Lesestation zuletzt gelesenen Probe gespeichert. Diese Information dient u.a. zum Aufbau des Parallelprobenpuffers, in dem sequentiell an einer Lesestation gelesene Meßproben aus der gleichen Zapfstelle und Charge einer Parallelprobenserie zugeordnet werden.

Dem Statuswort Datenorganisation sind die Parameter 15 und 16 zugewiesen. Im Parameter 15 können jeder Lesestation bis zu 16 voneinander unabhängige Operationen zugeordnet werden (Abb. 60), indem jeder gesetzten Bitposition ein Organisations-task zugeordnet wird. Der aktuelle Bearbeitungszustand der im Parameter 15 festgelegten Operationen ist im Parameter 16 gespeichert.

Im Statuswort Auswertung (Parameter 13) sind folgende Anweisungen an die Auswertung gespeichert:

Bitposition 1 - 0 = Gruppen-, 1 = Einzelwertprotokoll  
 Bitposition 2 - 1 = Rohwertprotokollierung  
 Bitposition 3 - 1 = automatische Löschung der Probendaten  
 Bitposition 4 - 1 = Endauswertung.

Definition, Modifizierung und Protokollierung gesetzter lesestationsabhängiger Parameter erfolgt durch Aktivierung des Bedienungssystems mit dem Code-Wort "DPPO".



Bit-Position	TASK	OPERATION
1	DAT01	Laden der Probandaten aus dem Probandatenfile (ZAPO) in lesestationszugeordnete temporäre Puffer (Common J9, DPPZ)
2	DAT02	Eintragen der Box- oder Labortemperatur in unter 1 umgeladener Probandaten
3	DAT03	Modifizierung der Ist-Experimente in Probandaten innerhalb lesestationszugeordneter Puffer
4	DAT04	Eintragung des Verdünnungsfaktors aus zapfstellenspezifischen Koeffizienten in die Probandaten für Proben der Ionisationskammermessung
5	DAT05	Eintragung der Analysenprogrammnummer in den Parallelprobenpuffer der aktuellen Parallelprobenserie
6	DAT06	Transfer der konvertierten Analysenprogramme aus dem Datenfile ANPO in den lesestationszugeordneten Puffer (Common J9, DPAP)
7	DAT07	Korrektur des Probenvolumens in Probandaten innerhalb lesestationszugeordneter Puffer
8	DAT08	Eintragung experimentspezifischer Parameter aus den Analysenprogrammdaten in den Parallelprobenpuffer
9	DAT09	Umspeicherung von Probandaten innerhalb lesestationszugeordneter Puffer
10	DAT10	Rücktransfer modifizierter Probandaten aus lesestationszugeordneten Puffern in den Probandatenfile (ZAPO)
11	DAT11	Registrierung von Umfüllproben und Meßpräparaten
12	DAT12	Löschen von Probandaten in der Probandatei
13	DATXX	Kurzprotokoll der Probandaten
14		Protokoll der Probandaten
15		Analysenprogrammdaten Protokoll
16		Lochstreifenprotokoll für Gamma-Halbleitermessung

Abbildung 60: Statuswort Datenorganisation, Zuordnung von Datenoperationen

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5  
CODE-WORT: DPFO

GIB REFERENZKRITERIEN FUER DATAPEN-PARAMETER  
L [CRJ]                      PARAMETER-PROT.ALLER DATAPENS  
L=LFD,DATAPEN-NUMMER [CRJ] PARAMETER-PROT.EINES DATAPENS  
M=LFD,DATAPEN-NUMMER [CRJ] PARAMETER-MODI.EINES DATAPENS  
[CRJ] = PROGRAMMENDE

GIB REFERENZKRITERIEN : L=18

DATAPEN - PROTOKOLL    DPNR = 18                      05-MAY-81  
=====

01	02	03	04	05	06	07	08	13	14	16	
DP	EX	TM	BP	FP	MP	MW	DP	NA	STATUS	STATUS	STATUS
NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	GH	AUSWERT.	INTERRUPT	DATENORGANISATION
									12345678	ZST/CHA	1234567890123456
18	10	14	10	0	0	0	19	0	00000000	/ 0	1011000010001000

GIB REFERENZKRITERIEN : M=18  
GIB PARAMETER-NUMMER UND WERT ODER [CRJ]  
LFD.NUMMER(I2-FORMAT) = STATUSINFORM.(O6-FORMAT)  
O2=10

GIB PARAMETER-NUMMER UND WERT ODER [CRJ]  
LFD.NUMMER(I2-FORMAT) = STATUSINFORM.(O6-FORMAT)

GIB REFERENZKRITERIEN : L=18

DATAPEN - PROTOKOLL    DPNR = 18                      05-MAY-81  
=====

01	02	03	04	05	06	07	08	13	14	16	
DP	EX	TM	BP	FP	MP	MW	DP	NA	STATUS	STATUS	STATUS
NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	GH	AUSWERT.	INTERRUPT	DATENORGANISATION
									12345678	ZST/CHA	1234567890123456
18	10	10	10	0	0	0	19	0	00000000	/ 0	1011000010001000

GIB REFERENZKRITERIEN :

\*\*\* ENDE - DPFO \*\*\*

Abbildung 61: Listen und Modifizieren lesestationsabhängiger  
Parameter

### 6.1.3.2 Festlegung von Parametern zur Volumenkorrektur

Zur Information des Anwenders über das aktuelle Volumen von Original-Umfüllproben und Meßpräparaten erfolgt eine rechnergeführte Volumenkorrektur des in den Probandaten gespeicherten Probenvolumens.

Da Umfüllungen und die Herstellung von Meßpräparaten jeweils mit einer Lesung der Original- und Umfüllprobe bzw. Meßpräparat verbunden ist, läßt sich die Volumenkorrektur als lesestationsabhängige Bearbeitungsfolge definieren.

Insgesamt wird nach drei folgenden Volumenkorrekturtypen verfahren:

- Korrekturtyp 1: Eintragung einer Volumenkonstante in die Probandaten bei der Herstellung von Umfüllproben nach vorgegebenem Umfüllvolumen,
- Korrekturtyp 2: Korrektur des Probenvolumens von Originalproben entsprechend des entnommenen Aliquots bei Herstellung von Meßpräparaten,
- Korrekturtyp 3: Eintragung des Probenaliquots in die Probandaten hergestellter Präparate.

Zur Volumenkorrektur nach Korrekturtyp 1 existiert eine Volumenkonstanten-Liste (Common J9, VCON), in der zehn mögliche Umfüllvolumina in ml abgespeichert werden können. Für die Korrekturtypen 2 und 3 wird das Aliquotvolumen aus den zugeordneten Analysenprogrammdaten entnommen.

In einer lesestationsspezifischen Korrektur-Zuordnungsliste (Common J9, VTYP) kann jeder Lesestation der Korrekturtyp sowie die Adresse der Volumenkonstanten in den Analysenprogrammdaten oder der Volumenkonstantenliste zugeordnet werden.

Korrekturtyp und Adresse der Volumenkonstanten können durch das Bedienungssystem (Code-Wort "VOKO") lesestationszugeordnet festgelegt, modifiziert oder in Verbindung mit der Volumenkonstanten für Korrekturtyp 1 protokolliert werden (Abb. 62).

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5  
CODE-WORT: VOKO

GIB REFERENZKRITERIEN FUER VOLUMENKORREKTUR-PAR.  
L [CRJ] PARAMETER-PROT. ALLER DATAPENS  
L=LFD.DATAPEN-NUMMER [CRJ] PARAMETER-PROT. EINES DATAPENS  
M=LFD.DATAPEN-NUMMER [CRJ] PARAMETER-MODI. EINES DATAPENS  
[CRJ] = PROGRAMMENDE

GIB REFERENZKRITERIEN : L

PROTOKOLL-VOLUMENKORREKTUR IPNR = \*\* 05-MAY-81

=====

VOLUMENKONSTANTEN :

( 1)=4.000 ( 2)=0.000 ( 3)=0.000 ( 4)=0.000 ( 5)=0.000

( 6)=0.000 ( 7)=0.000 ( 8)=0.000 ( 9)=0.000 (10)=0.000

KORREKTUR - TYPEN :

1 -> VOLUMENKONSTANTE 2 -> ENTNAHMEVOLUMEN 3 -> ALIQUOT

	(11)	(12)	
LFD.NR. DATAPEN	KORREKTUR TYP	ADRESSEN-OFFSET ANPRO/VOL.KONST.	VOLUMEN- KONSTANTE
1	2	0	0.000
2	0	0	0.000
3	0	0	0.000
4	0	0	0.000
5	2	4	0.000
6	0	0	0.000
7	2	4	0.000
8	3	9	0.000
9	0	0	0.000
10	0	0	0.000
11	0	0	0.000
12	0	0	0.000
13	0	0	0.000
14	1	1	4.000
15	0	0	0.000
16	0	0	0.000
17	0	0	0.000
18	0	0	0.000
19	1	1	4.000
20	0	0	0.000
21	0	0	0.000
22	0	0	0.000
23	0	0	0.000
24	0	0	0.000
25	0	0	0.000
26	2	5	0.000
27	3	6	0.000
28	0	0	0.000
29	0	0	0.000
30	0	0	0.000
31	0	0	0.000
32	2	3	0.000

GIB REFERENZKRITERIEN :

\*\*\* ENDE - VOKO \*\*\*

Abbildung 62: Volumenkorrektur-Parameter

#### 6.1.3.3 Aufbau von Meldungen des Protokollsystems

Das Protokollsystem dient zur Ausgabe von Meldungen über den aktuellen Bearbeitungsstand von manuell eingeleiteten oder rechnergesteuerten Operationen bei der Magazinierung, Probenverteilung, Präparation und Meßwerterfassung an den zugeordneten Terminals des Bedienungssystems. Meldungen umfassen einen Textteil und Standard-Variablen (siehe Abb. 66), die bei Aktivierung des Protokollsystems entweder direkt oder als deren Adressen in den Versorgungsdateien im Sende-/Empfangspuffer übergeben werden.

Der Textteil der Meldungen und Ausgabeformat der Standard-Variablen sind als FORTRAN IV-Formate aufgebaut mit max. 120 Zeichen pro Meldung und als Meldungsformate, adressiert nach der laufenden Nummer der Meldung und in der Protokolldatei (Random-Format-File PROF) mit einer Kapazität von 200 Meldungen abgespeichert.

Meldungsformate können durch den Anwender an den Terminals des Bedienungssystems nach Eingabe des Code-Wortes "PROF" (Abb. 63) festgelegt, modifiziert oder protokolliert werden.

Zur Ermittlung der Standardvariablen aus übergebenen Adressen oder zur Konvertierung gegebener Variablen in dem Ausgabeformat dienen den Meldungsformaten zugeordnete Meldungsmasken, die in der Organisationsdatei (Common J10, NAME) mit einem Festwort pro Maske abgespeichert sind. In den Meldungsmasken können bis zu 16 Konvertierungsanweisungen pro Meldung variabel programmiert werden.

Die gegenwärtige Auslegung sieht die Ausgabe der in Abb. 64 festgelegten Standard-Variablen vor.

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5
CODE-WORT: PROF

GEBEN SIE DIE REFERENZKRITERIEN FÜR MELDUNGSFORMATE:
L [CRJ] : PROTOKOLL ALLER MELDUNGSFORMATE
L=LFD,MELDUNGS-NUMMER[CRJ]: PROTOKOLL EINES MELDUNGSFORMATS
M=LFD,MELDUNGS-NUMMER[CRJ]: MODIFIZ. EINES MELDUNGSFORMATS
[CRJ] = ENDE DER EINGABE:

GEBEN SIE REFERENZKRITERIEN: L
NR. MELDUNGSFORMAT *** STAND VOM: 05-MAY-81 16:15:34 ***
-----
1 (' FLASCHENDATEN NICHT REGISTRIERT PROBEN-NR. : ',4A2)
2 (' MAGAZIN VOLL BELEGT')
3 (' MAGAZINBESCHICKUNG PROBEN-NR. : ',4A2,' MAGAZIN-PL. : ',I4)
4 (X,'FALSCHES MAGAZINENTNAHME,PROBE NEU BESCHICKEN PR.NR. : ',4A2)
5 (' MAGAZINENTNAHME PROBEN-NR. : ',4A2,' MAGAZINPL.NR. : ',I4)
6 (X,'PROBE NICHT MAGAZINIERT PROBEN-NUMMER : ',4A2/)
7 (X,'PROBENUMMER : ',4A2,' KANN NICHT GELESEN WERDEN DATAPEN : ',I2)
8 (X,'MESSPROBEN-REIHENFOLGEPUFFER LEER')
9 (X,'PROBE NR.: ',4A2,3X,'DATAPEN NR.: ',I3,/X,'FALSCHES REIHENFOLGE RFA, ERST ORIGINALPROBE LESEN!')
10 (X,'ADC TEMPERATURERFASSUNG DEFEKT ---> KANALNR. : ',4A2,' DP.NR. : ',I2)
11 (X,'FALSCHES REIHENFOLGE RFA,ERST INNEREN STANDARD LESEN')
12 (' PROBE-NR. : ',4A2,' NICHT FÜR EXPERIMENT-NR. : ',A2,' BESTELLT')
13 (X,'MESSDATEN FEHLERHAFT ---> MEHRKANALSPETROMETER : PROBENNR. : ',4A2)
14 (X,'MAGAZINENTNAHME PROBEN-NUMMER : ',4A2,' EXP.NR. : ',A2)
15 (X,'MEHRFACHLESUNG PROBEN-NR. : ',4A2)
16 (' KEIN FREIER PLATZ IM PARALLELPROBEN-PUFFER')
17 (' KEIN FREIER PLATZ IM MESSPROBEN-PUFFER')
18 (X,' PR.NR.: ',4A2,' DATAPEN-NR.: ',I2)
19 (X,'PROBEN-NR. : ',4A2,' (VERDÜNNUNG) DP.NR. : ',I2)
20 (X,'ERST INNEREN STANDARD LESEN PR.NR. : ',4A2,' EX.NR. : ',A2)
21 (X,'FALSCHER INNERER STANDARD PR.NR. : ',4A2,' EX.NR. : ',A2)
22 (X,'MEHRFACHLESUNG INNERER STANDARD RFA PR.NR. : ',4A2,' DP.NR. : ',I2)
23 (X,'PRAEPARATENR. : ',4A2,' NICHT IM PARALLELPROBEN-PUFFER')
24 (X,'KAPSELNR. : ',4A2,' NICHT ALS PARALLELPROBE EINGETRAGEN')
25 (X,'PROBE NR: ',4A2,3X,'DATAPEN NR.: ',I3,/X,'ERST PRAEPARATION -----> R F A EINLEITEN!')
26 (X,'ANZAHL MESSPROBEN > ANZAHL PARALLELPROBEN PRNR. = ',4A2)
27 (X,'MAGAZINENTNAHME NICHT ERLAUBT PR.NR.: ',4A2)
28 (X,'PROBEN-NUMMER : ',4A2)
29 (X,'LAM : ',4A2,' =START GC',)
30 (X,'LAM : ',4A2,' =STOP GC',)
31 (X,'LAM : ',4A2,' =ANALYSIS-TIME BEGIN',)
32 (X,'LAM : ',4A2,' =ANALYSIS-TIME END',)
33 (X,' PR.NR. : ',4A2,' DP.NR. : ',I2,' EXP.NR. : ',A2)
34 (X,'PR.NR.: ',4A2,' FÜR UMFÜLLUNG USER 1 NICHT BESTELLT')
35 (X,' PR.NR.: ',4A2,' (UMFÜLLUNG) BEREITS VORHANDEN (MEHRFACHLESUNG)')
37 (X,'PR.NR.: ',4A2,' (PRAEPARAT) SCHON VORHANDEN')
38 (' PARALLELPROBEN-SERIE KOMPLETT ')
39 (X,'LAM ',4A2,' = START TITRATION')
40 (X,'LAM ',4A2,' =STOP TITRATION')
41 (X,'LAM ',4A2,' = ZAEHLER AUSLESEN')
42 (X,'LAM : ',4A2,' SPANNUNGSVERSORGUNG NIM-CRATE 1 DEFEKT.')
43 (X,'LAM: ',4A2,' SPANNUNGSVERSORGUNG NIM-CRATE 1 OK,')
44 (X,'TEMPERATURGRENZE UNTERSCHRITTEN ---> KANALNR. : ',4A2,' DP.NR. : ',I2)

```

Abbildung 63: Protokollausschnitt registrierter Meldungsformate

Bitposition Meldungs- maske	Standard-Variable	Anweisung
01	Probennummer	Konvertierung von BCD nach ASCII
02	Probennummer	Konvertierung von BCD nach ASCII
03	Magazinplatz	Konvertierung von intern nach integer
04	Magazinplatz	Konvertierung von intern nach integer
05	Experimentname	Ermittlung aus Lesestationsnummer
06	Lesestationsnr.	Konvertierung von intern nach integer
07	Zapfstelle	Ermittlung aus lfd. Nummer
08	Zapfstelle	Ermittlung aus lfd. Nummer
09	Probenanzahl	Konvertierung von intern nach integer
10	Probenanzahl	Konvertierung von intern nach integer
11	File-Name	reserviert
12	Experimentname	Ermittlung aus lfd. Nummer
13	frei	
14	frei	
15	frei	
16	frei	

Abbildung 64: Belegung von Meldungsmasken

Aufbau, Modifizierung und Protokollierung von Meldungsmasken werden durch das Code-Wort "MASK" (Abb. 65) eingeleitet.

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5
CODE-WORT: MASK

GIB REFERENZKRITERIEN FUER MASKENBEHANDLUNG
L [CR] MASKENPROTOKOLL ALLER MELD.
L=LFD,MELD.NUMMER [CR] MASKENPROTOKOLL EINER MELD.
M=LFD,MELD.NUMMER [CR] MASKEN MODIFIZ. EINER MELDUNG
[CR] PROGRAMM-ENDE

GIB REFERENZKRITERIEN : L

MASKEN-PROTOKOLL ---> MELD.NUMMER = *** 05-MAY-81
=====
-----
MELDUNG M A S K E N A U F B A U
-----
VARIAB. FR1 FR2 MP1 MP2 ENR DNR ZS1 ZS2 AN1 AN2 FIL EDP DUM DUM DUM DUM
BIT 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16
-----
1 ***
3 *** ***
4 ***
5 *** ***
6 ***
7 *** ***
9 *** ***
10 *** ***
12 *** ***
13 ***
14 *** ***
15 ***
18 *** ***
19 *** ***
20 *** ***
21 *** ***
22 *** ***
23 ***
24 ***
25 *** ***
26 ***
27 ***
28 ***
29 ***
30 ***
31 ***
32 ***
33 *** *** ***
34 ***
35 ***
36 ***
37 ***
39 ***
40 ***
41 ***
42 ***

```

Abbildung 65: Aufbau von Meldungsmasken (Protokollausschnitt)

Kontrollausgaben der mit Hilfe von "PROF" und "MASK" aufgebauten Meldungen können durch das Code-Wort "PROT" (Abb. 60) eingeleitet werden.



```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5
CODE-WORT: PROT

GEBEN SIE DIE LFD.NR.DER MELDUNG (1 - 200) XXXX = 4

MELDUNG: 4 (PROT ) *** 05-MAY-81 16:27:16 ***

FALSCHER MAGAZINENTNAHME, PROBE NEU BESCHICKEN FR.NR. :00030004
*** ENDE MELD ***

```

Abbildung 66: Kontrollausgabe von Meldungen

## 6.2 Informationsfluß im Routinebetrieb

Der Routinebetrieb der off-line Analytik umfaßt die Teilbereiche Probenregistrierung, Magazinierung und Verteilung von Proben sowie Probenpräparation, Meßwerterfassung und Auswertung.

Die Bearbeitung dieser Prozesse erfolgt unter Zusammenwirkung aller Teilsysteme. Während deren Laufzeit werden die Bearbeitungstasks der Teilsysteme mit Daten gelieferter Proben, Meßdaten der Experimente und den Daten der im Abschnitt 6.1 behandelten Anwenderdateien versorgt.

### 6.2.1 Registrierung und Identifizierung von Proben

Heiße Prozeßproben werden durch das Subsystem (Abschnitt 5.2), kalte Make-up- und Standardproben sowie Umfüllproben und Meßpräparate durch das Zentralssystem registriert (Abb. 67). Jeder registrierten Probe wird ein Probendatensatz bestehend aus Prozeß- und Labordaten zugeordnet (siehe Abb. 68). Prozeßdaten umfassen Zapfdaten wie Probennummer, Behälter und Charge sowie Behälterdaten mit den zugehörigen in-line Meßdaten. Zu den Labordaten gehören Soll-Ist-Stand vorgesehener Analysen, verfügbares Probenvolumen, bei Präparaten Box- oder Labortemperatur und die kernphysikalischen Angaben wie Probenaktivität sowie Verdünnungsfaktor und Aliquotangaben für verdünnte, ausgeschleuste Proben.

Make-up- und Standardproben werden an den Terminals der zugeordneten Magazine im programmierten Dialog (Code-Wort "PROD") registriert.

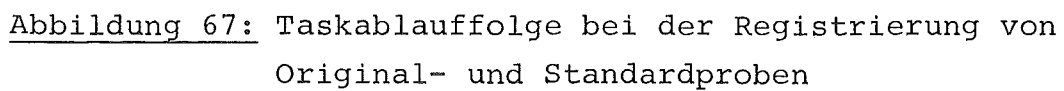
Während der Registrierung wird in die Probandaten anhand der Zuordnung "Zapfstelle-Experiment-Analysenprogramm" (Abschnitt 6.1.2.1) der Sollzustand vorgesehener Analysen eingetragen. Anschließend werden die Probandaten in der Probenindexliste und im Probandatenfile abgespeichert.

Daten registrierter Proben können in einer Übersichtsdarstellung (Code-Wort "PRIN", Abb. 69) nach den Suchkriterien Zapfstelle, Charge, Experiment und Zapfdatum oder in geschlossener Form (Code-Wort "TEPO", Abb. 68) protokolliert werden. Bei Aktivierung des Bedienungssystems mit dem Code-Wort "TEPO" werden die vollständigen Probandaten einer Probe ausgegeben.

Die Probandaten begleiten jede Probe in Form eines Analysenauftrages und werden in Abhängigkeit des Bearbeitungszustandes modifiziert und ergänzt.

Registrierte Proben können alternativ durch Lesung an den Lesestationen oder manuell (z. B. bei Ausfall einer Lesestation) durch Eingabe des Code-Wortes "DPEN" in Verbindung mit Lesestations- und Probennummer identifiziert werden (Abb. 70).

Mit Hilfe des Code-Wortes "PROS" ist es dem Anwender möglich, für jede Lesestation einen Probensuchdialog zu vereinbaren oder aufzuheben. Der Probensuchdialog erlaubt bei Stau mehrerer Proben an einer Lesestation durch wiederholte Lesung eine gewünschte Probe zu finden. Bei vereinbartem Probensuchdialog wird die lesestationszugeordnete Folgebearbeitung während des Suchvorgangs ausgesetzt.



```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5
CODE-WORT: TEPO

GIB PROBENNUMMER ODER [CR] : 400000

Z A P F - U N D P R O B E N D A T E N          05-MAY-81
=====

PROBENNUMMER : 00400000
ZAPFSTELLE : D103
CHARGE : 1
SOLLEXPERIMENTE : 11/12/
ISTEXPERIMENTE : 11/
ZAPFDATUM : 26.04.80
ZAPFZEIT : 14 : 00
KOMPONENTE : TH
BEHAELTERKONZENTRATION : 0.87283E+02
BEHAELTERVOLUMEN : 1.000
BEHAELTERTEMPERATUR : 20.00
PROBENVOLUMEN : -63.00
PROBENAKTIVITAET : 0.00000E+00
VERDUENNUNGSFAKTOR : 0.00000E+00
ALIQOT-BETA-PROBEN : 0.00
RAUMTEMPERATUR-BOX : 21.67
RAUMTEMPERATUR-LABOR : 0.00

GIB PROBENNUMMER ODER [CR] :

*** ENDE - TEPO ***

```

Abbildung 68: Protokoll des Probandensatzes registrierter Proben

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 5
CODE-WORT: PRIN

GIB PROBENREFERENZ-KRITERIEN :
ZAPFSTELLENNAME : ZST=[ZST-NAME] ODER [CR]
LFD.CHARGEN-NR. : CHA=[NUM] ODER [CR]
EXPERIMENT-NAME : EXP=[XX] ODER [CR]
DATUM-ZAPFUNG : DAT=[TA,MO,JA] ODER [CR]

ZST=E119
CHA=
EXP=
DAT=

Z A P F - U N D P R O B E N D A T E N          05-MAY-81
=====

***** PROBENINDEX-LISTE *****

PROBEN-  ZAPFST.  CHAR-    SOLL-          IST-          ZAPF-  ZAPF-  PRO
NUMMER   NAME     GE  EXPERIMENTE  EXPERIMENTE  DATUM  ZEIT  VOL
00100194 E119      23  21/22/23/24/  /  /  /  / 12. 5.80 16:43 5.00
00100165 E119      11  11/12/  /  /  /  / 13.05.80 15:43 5.00

*** ENDE - PRIN ***

```

Abbildung 69: Übersichtsprotokoll registrierter Proben

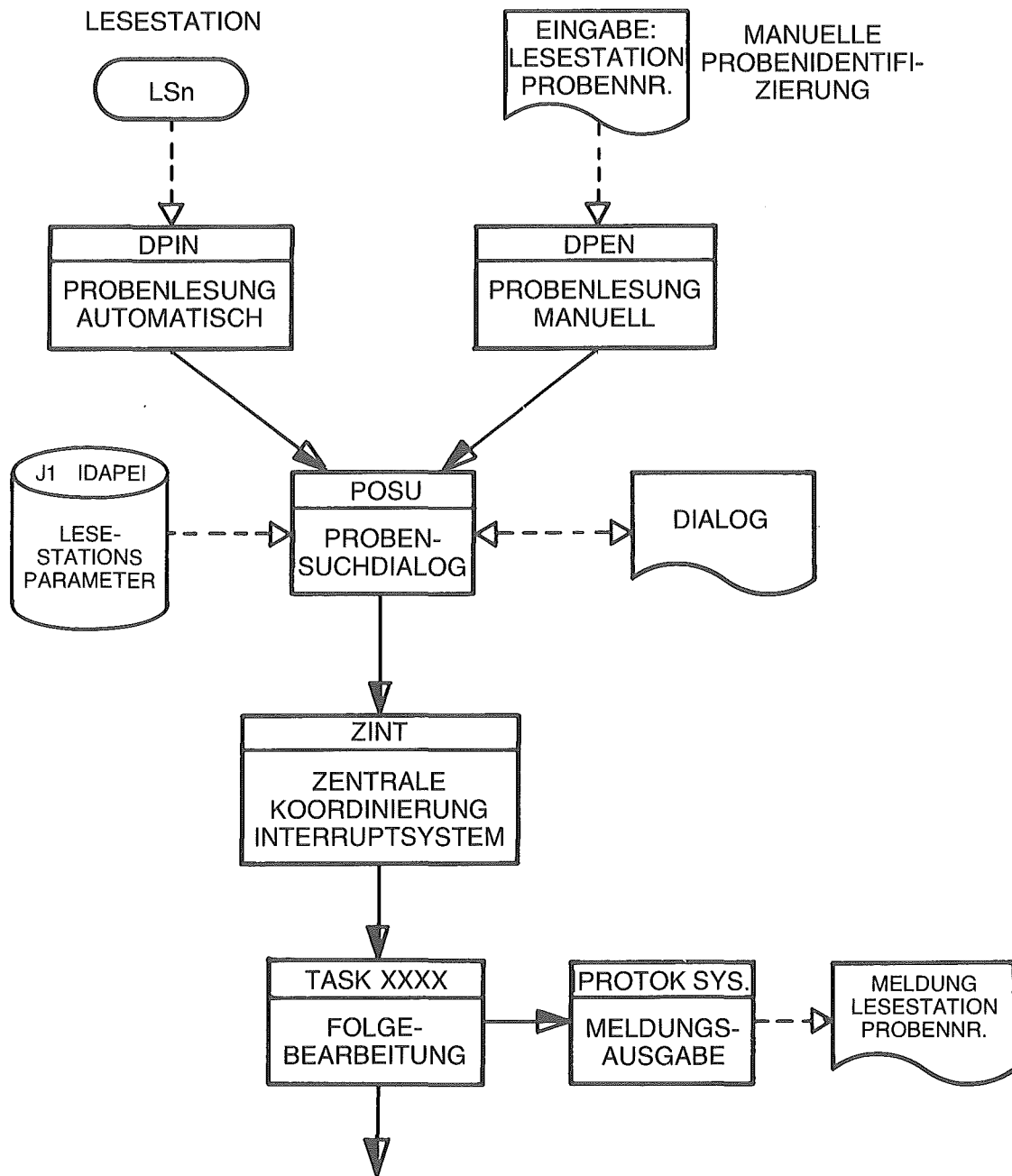


Abbildung 70: Taskablauffolge wahrend der Probenidentifizierung

### 6.2.2 Magazinierung und Probenverteilung

Nach der Registrierung wurden Original- und Standardproben in die zugeordneten Magazine einsortiert.

Die Magazinierung wird mit der Identifizierung der Probe an der Magazinlesestation eingeleitet (Abb. 71), worauf am Magazinterminal eine Meldung mit Proben- und Magazinplatznummer ausgegeben wird. Am Zentralmagazin wird der Magazinplatz zusätzlich optisch (Glimmlampe) aufgezeigt.

Magazinierte Proben sind in den Magazinbelegungslisten abgespeichert. Jedes Magazin verfügt über eine Magazinbelegungs- und Magazinbestellliste.

Durch Eingabe der Code-Wörter "PRnn" mit

nn - Magazinzuordnung

ZM - Zentralmagazin

MM - Make-up-Magazin

BM - Box-Magazin

LM - Labormagazin,

kann jeder Experimentator aus den Magazinen eine Auswahl der für ihn bestimmten Proben nach den Suchkriterien Zapfstelle, Charge, Experiment und Zapfdatum (Abb. 72) abfragen und mittels des Codes-Wortes "BEnn" (Abb. 73) die Bestellung einer oder mehrerer Proben aufgeben.

Bestellte Proben werden in die Experimentbestellpuffer und entsprechend der Reihenfolge der Auftragseingänge in die Magazinbestellpuffer eingetragen.

Aufgegebene Bestellungen bewirken, daß die Probenanforderungslampe am zugeordneten Magazin eingeschaltet wird. Diese Lampe leuchtet bis alle an das Magazin gerichteten Bestellungen abgearbeitet sind.

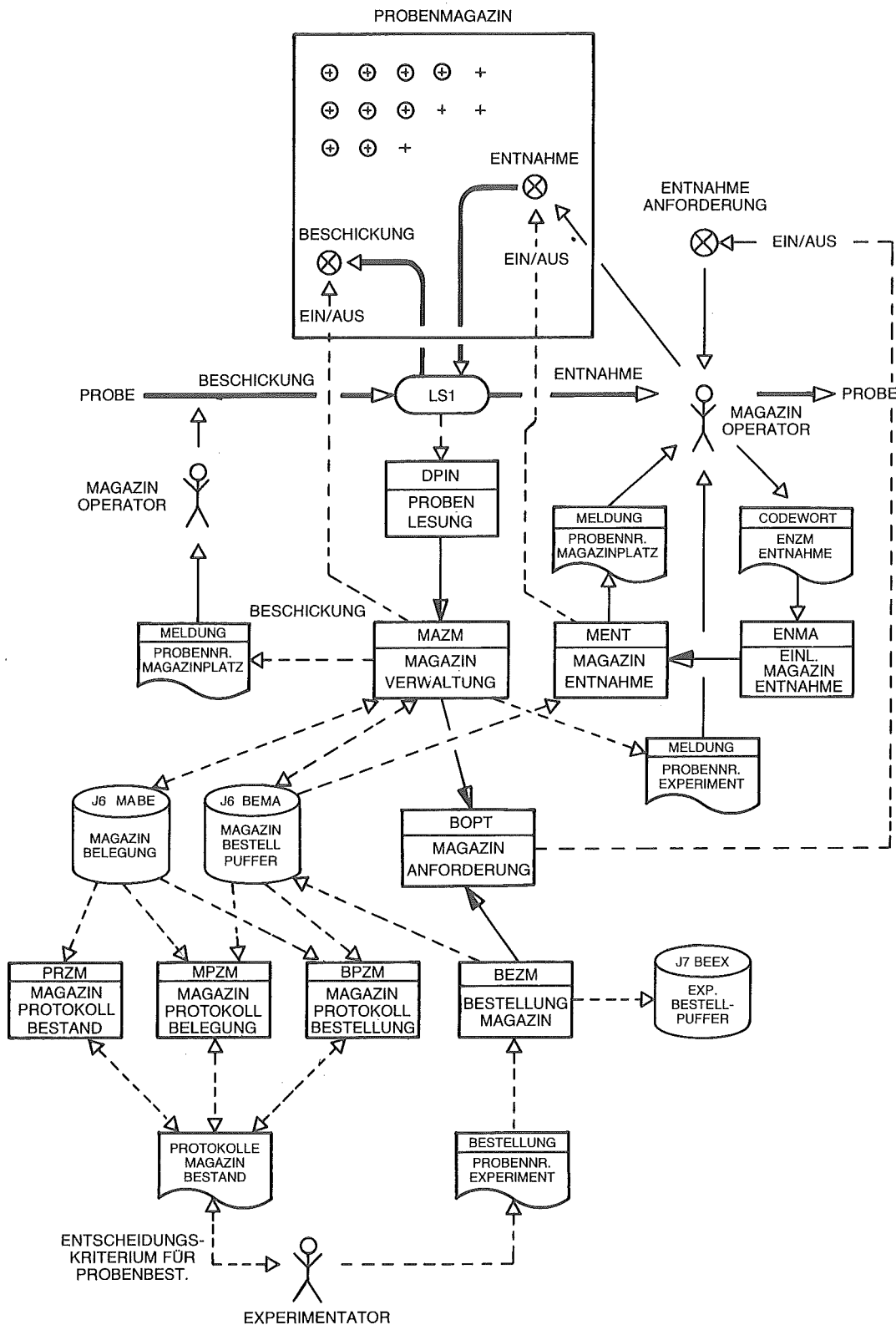


Abbildung 71: Taskablauffolge Robenbestellung und Magazinierung

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 0
CODE-WORT: PRZM

GIB PROBENREFERENZ-KRITERIEN :
ZAPFSTELLENNAME : ZST=[ZST-NAME] ODER [CRJ]
LFD,CHARGEN-NR. : CHA=[NUM] ODER [CRJ]
EXPERIMENT-NAME : EXP=[XX] ODER [CRJ]
DATUM-ZAPFUNG : DAT=[TA,MO,JA] ODER [CRJ]

ZST=
CHA=
EXP=11
DAT=

Z A P F - U N D P R O B E N D A T E N          05-MAY-81
=====

***** ZENTRAL-MAGAZIN *****

PROBEN-   ZAPFST,  CHAR-   SOLL-   IST-   ZAPF-   ZAPF-   PRO
NUMMER    NAME     GE  EXPERIMENTE  EXPERIMENTE  DATUM  ZEIT  VOL
00100648  H101      5  11/12/ / / / / / / 25.08.80 10:24 5.00
17171717  ZST7      1  11/12/13/ / 13/ / / / 07.09.78 09:00 5.00
00129166  D103      12  11/12/ / / / / / / 15.09.80 09:21 4.50
00100165  E119      11  11/12/ / / / / / / 13.05.80 15:43 5.00

*** ENDE -- PRZM ***

```

Abbildung 72: Auswahlprotokoll für Probenbestellungen

```

TELETYPE-INTERPRETER NR: 0
CODE-WORT: BEZM

EE = EXPERIMENT-BEZEICHNUNG
FFFFFFFF = FLASCHENNUMMER
* = ABRUCH

EE=FFFFFFFF :
11=100648

FFFFFFFF :
*

*** ENDE -- BEZM ***
LAMPE ANF. GESCHALTET :1 (0=AUS/1=EIN)

MLAM --- STOP

```

Abbildung 73: Anwenderdialog bei der Probenbestellung



Probenentnahmen aus den Magazinen werden durch das Code-Wort "ENnn" eingeleitet, worauf am Magazinterminal Magazinplatz und Probennummer ausgegeben werden. Am Zentralmagazin wird der Magazinplatz zusätzlich optisch (Glimmlampe) angezeigt. Vor dem Probenversand muß die Richtigkeit der Probenentnahme durch eine Kontrolllesung der entnommenen Probe an der Magazinlesestation bestätigt werden. Bei Entnahme falscher Proben erfolgen Fehlermeldungen. Falsch entnommene Proben müssen im Magazin neu beschickt werden. Bei richtiger Probenentnahme wird eine Meldung mit der Probennummer und dem Bestimmungsort (Experiment) der Probe ausgegeben.

Aus den Magazinen entnommene Proben werden durch manuell bediente Transporteinrichtungen verteilt. Die Nummern entnommener Proben werden in den Magazinbelegungs- und -bestelllisten gelöscht. Einträge in die Experimentbestellpuffer werden während der Probenverteilung zur Probenflußverfolgung herangezogen.

TELETYPE-INTERPRETER NR: 0		
CODE-WORT: <u>MFZM</u>		
MAGAZINPROTOKOLL - ZENTRAL-MAGAZIN		05-MAY-81
=====		
***** M A G A Z I N B E L E G U N G *****		
MAGAZIN- PLATZ	PROBENUMMER	BESTELLUNG EXPERIMENT
1	00100894	
2	00100895	
3	00100893	
4	00129174	
5	00129167	
6	00100900	
7	00100648	11
8	00100896	
9	17171717	
10	00100902	
11	00129166	
12	00100899	
13	00129173	

Abbildung 74: Magazinbelegungsprotokoll

Zur Kontrolle der aktuellen Magazinbeschickung kann der Magazinist durch Eingabe der Code-Worte "MPnn" Magazinbelegungsprotokolle (Abb. 74) und mittels der Code-Worte "BPnn" Probenbestellprotokolle anfordern.

### 6.2.3 Probenpräparation, Meßwerterfassung und Auswertung

Proben der chemischen Analytik werden nach der Entnahme aus den Magazinen entweder unmittelbar oder nach deren Umfüllung und Ausschleusung in das Labor der Probenpräparation und Analyse zugeführt.

An Proben der kernphysikalischen Analytik (siehe Probenverteilungsplan, Abb. 5) wird nach deren Umfüllung die Dosisleistung durch Ionisationskammermessung bestimmt. In Abhängigkeit der Dosisleistung werden diese Proben entweder unverdünnt in das Box-Magazin befördert oder nach deren Verdünnung und Ausschleusung im Labormagazin zwischengelagert. Zusätzlich gewonnene kernphysikalische Daten werden bei den Probendaten abgespeichert.

Datenverarbeitungsoperationen während der Umfüllung, Verdünnung und Präparation von Proben umfassen die Bereiche:

- Modifizierung von Probendaten bezüglich der Volumenkorrektur, Temperaturzuordnung, der kernphysikalischen Angaben sowie des Ist-Standes durchgeführter Experimente,
- Registrierung von Umfüll-, Verdünnungsproben und Meßpräparaten,
- Bereitstellung von Probendaten und Analysenprogrammdateien in Form von Protokollen,
- Steuerung von Präparationsstrecken und Analysenapparaturen anhand experimentspezifischer Daten.

Zur parallelen Bearbeitung von Umfüllungen, Verdünnungen und Präparationen von Proben existieren lesestationszugeordnete Puffer zur Zwischenspeicherung von Probendaten (Common J9, DPPZ) und Analysenprogrammen (Common J9, DPAP).

In diese Puffer werden aus der Proben-datei (Proben-datei-file und Proben-index-liste) die Proben-datei-lese-stations-zugeordnet umgeladen, modifiziert, der Registrierung von Umfüll-, Verdünnungsproben und Meßpräparaten sowie für Protokollausgaben bereitgestellt und anschließend in aktueller Form in die Proben-datei zurückgeschrieben. In temporären Puffern zwischengespeicherte Analysenprogramm-datei werden für die Experimentsteuerung und zur Protokollausgabe herangezogen.

Bei Umfüllungen und/oder Verdünnungen werden die Proben-datei der im Boxbereich entleerten Originalflasche, gesteuert durch die Reihenfolge der Flaschenlesungen, der ausgeschleusten Probe zugeordnet.

Obwohl Ablauf der Präparation und Meßwerterfassung für jedes Experiment unterschiedlich sind, läßt sich für die Datenverarbeitung ein einheitliches Schema für die Abwicklung der hierfür erforderlichen Bearbeitungsprozesse ableiten, das an dem spezifischen Experimentablauf mittels programmierter Folgesteuerungen durch individuelle Festlegung lese-stations-abhängiger Parameter (Abschnitt 6.1.3.1), Volumenkorrektur-listen (Abschnitt 6.1.3.1) und Meldungen des Protokollsystems (Abschnitt 6.1.3.3) angepaßt wird (Abb. 75).

Bei Lesung einer Probe am Präparationsstand wird durch das Interruptsystem die Proben-nummer aus dem Experimentbestellpuffer ausgetragen, und der zugeordnete Parallelprobenpuffer indiziert. Das Datenorganisationssystem leitet darauf die Ausgabe der Proben-datei und des Analysenprogramms mit Präparations- und Analysenanweisungen ein. Anschließend werden die Proben-datei bezüglich des verfügbaren Proben-volumens und dem Ist-Stand durchgeführter Experimente korrigiert. Aus dem Analysenprogramm werden Parameter zur Steuerung der Präparations- und Analysenapparatur abgeleitet, im zugeordneten Parallelprobenpuffer abgespeichert und das Interruptsystem zur Durchführung dieser Operationen aktiviert.

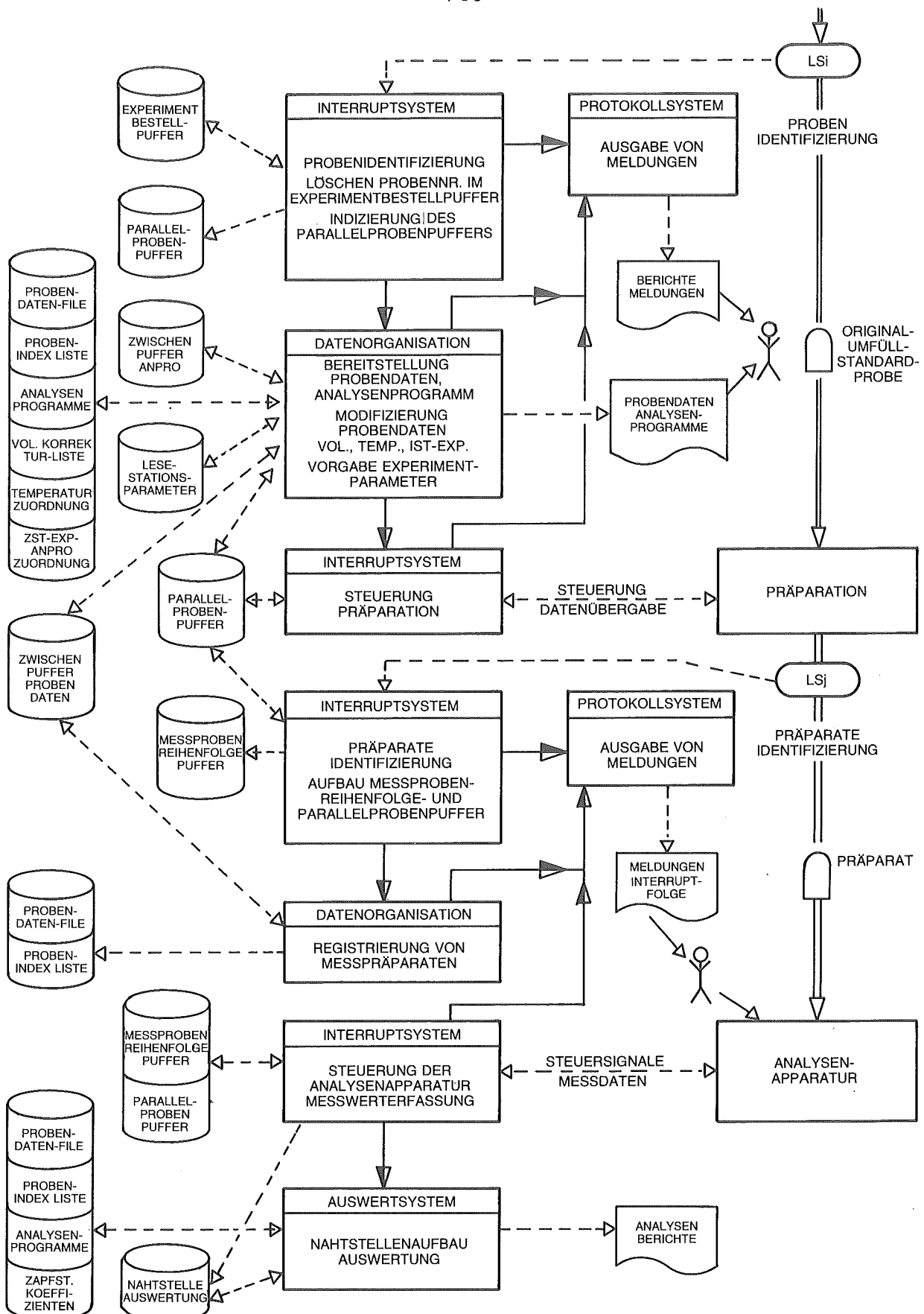


Abbildung 75: Übersichtsdarstellung der Datenverarbeitungsoperationen bei der Präparation, Meßwerterfassung und Auswertung

Meßpräparate werden entweder durch automatische Lesung oder Terminaleingabe registriert und manuell oder mechanisch gesteuert den Probenwechslern zugeführt. Für jedes Meßpräparat wird ein Probendatensatz, bestehend aus den Prozeßdaten der Originalprobe und den aktuellen Labordaten, aufgebaut und in der Probendatei abgespeichert.

Als nächste Folgebearbeitung werden die experimentzugeordneten Meßprobenreihen- und Parallelprobenpuffer aufgebaut. In den Parallelprobenpuffern werden die zu einer Serie gehörenden Parallelproben zusammengefaßt. Pro Originalprobe können bis zu vier Parallelproben hergestellt werden.

Falls alle für eine Originalprobe vorgesehenen Analysen durchgeführt worden sind, wird sie zum Abfall gegeben und aus der Probendatei entweder automatisch oder durch Eingabe des Code-Wortes "WAST" ausgetragen, anderenfalls wird die Probe zum Ursprungsmagazin befördert.

Die Analysengeräte werden entweder automatisch durch die Probenzuführung oder manuell in Gang gesetzt.

Meßdaten on-line gekoppelter Experimente werden, gesteuert durch Signale der Analysenapparaturen, von der CAMAC-Peripherie erfaßt und in die zugeordneten Meßwertpuffer abgespeichert. Für einige Experimente erfolgt die Meßwerterfassung off-line durch interaktive Terminaleingabe.

Im Anschluß an die Meßwerterfassung wird das Auswertesystem aktiviert. Nach Aufbau der experimentspezifischen Nahtstelle Auswertung, in die Analysenprogramm, Probendaten, zapfstellen-spezifische Koeffizienten und die Meßdaten transferiert werden, erfolgt die Eliminierung der Meßpräparate aus der Probendatei.

Anschließend werden die zugeordneten Auswertetasks aktiviert, nach deren Ablauf anwender- und prozeßorientierte Analysenprotokolle von Einzelproben oder Parallelprobenserien ausgegeben werden.

## 7. EXPERIMENTE DER OFF-LINE ANALYTIK

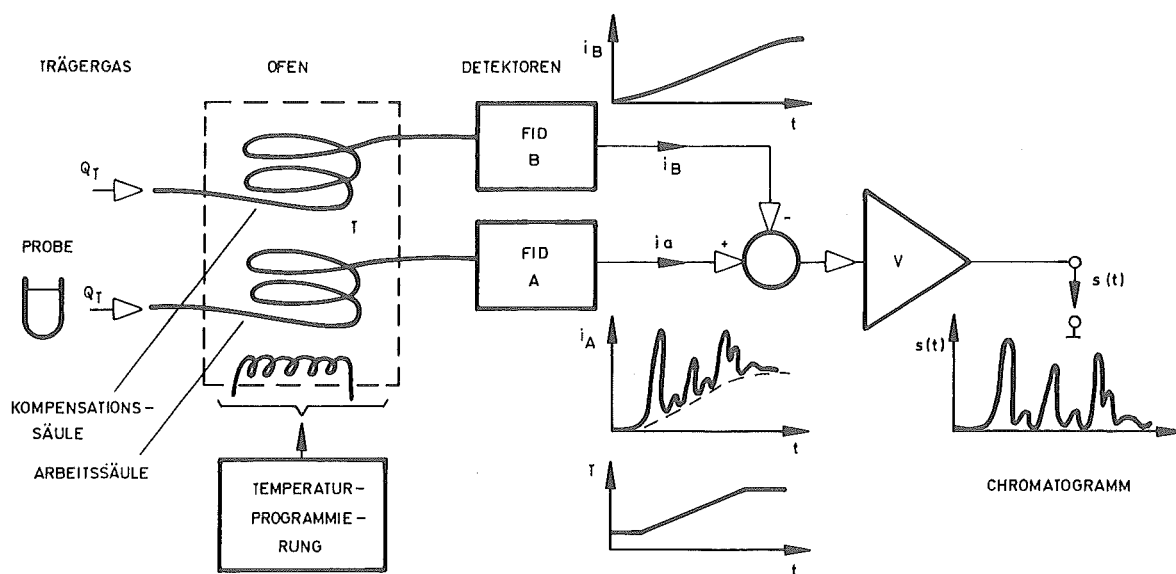
### 7.1 Gaschromatographie

Die Gaschromatographie dient zur Kontrolle des bei der Solventextraktion verwendeten organischen Extraktionsmittels. Zu diesem Zweck werden folgende Routineanalysen durchgeführt:

- Untersuchung des Extraktionsmittels bezüglich der Konzentration von Tributylphosphat (TBP) und der n-Alkan-Komponenten,
- Kontrolle der Konzentration der Radiolyse- und Hydrolyseprodukte des Extraktionsmittels, nämlich Dibutylphosphorsäure (HDBP) und Monobutylphosphorsäure ( $H_2MBP$ ), während des Extraktionsprozesses, woraus zusammen mit den erzielten Dekontaminationsfaktoren Aussagen über die Effektivität der Solventextraktion speziell mit rezyklierten Extraktionsmitteln gewonnen werden sollen sowie Bestimmungen von  $H_2MBP$  und HDBP vor und nach der Natriumkarbonatwäsche /20/.

Bezüglich des Meßprinzips ist die Gaschromatographie ein analytisches Trennverfahren von rückstandsfrei verdampfbaren Stoffgemischen in ihre Komponenten. Die Trennung erfolgt in einer Trennsäule durch zeitliche und örtliche Verteilung der Komponenten dieses Stoffgemisches zwischen einer stationären Phase, der mit absorbierenden oder lösenden Medien versehenen Säule und dem durch die Säule strömenden Trägergas, der mobilen Phase /21/.

Als Folge ständiger differentieller, komponentenspezifischer Einstellung des Lösungsgleichgewichtes einzelner Komponenten zwischen der stationären und der fortschreitenden mobilen Phase bilden sich längs der Säule in Strömungsrichtung des Trägergases divergierende Materie-Wanderwellen mit unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten für einzelne Komponenten aus. Die Divergenz dieser Wanderwellen steigt mit der Retentionszeit, der Verweilzeit einer Komponente in der Säule.



**Abbildung 76:** Schematischer Aufbau eines temperaturprogrammierten Gaschromatographen mit Kompensationssäule

Getrennte Komponenten erzeugen in dem am Säulenausgang angeordneten Detektor (hier Flammenionisationsdetektor, FID) Stromsignale (Abbildung 76), die anschließend in eine Zeitfunktion mit einer Folge von Peaks, das Chromatogramm, umgeformt werden. Die Integrale dieser Peaks sind mit den Konzentrationen der zugeordneten Komponenten korreliert, wobei die Zuordnung der Peaks zu den Komponenten durch die Retentionszeit vorgegeben ist.

Bei konstanten Parametern der Meßapparatur stellt der Gaschromatograph ein lineares zeitinvariantes System dar. Auflösung des Chromatogramms und Analysenzeit sind bei vorgegebener Säule von der Trägergasströmung und der Säulentemperatur abhängig. Bedingt durch die starke Temperaturabhängigkeit der Verteilungskoeffizienten zwischen der stationären und mobilen Phase lassen sich Analysenzeit und Chromatogrammauflösung durch Programmierung der Säulentemperatur variieren. Eine befriedigende Peakauflösung wird erreicht, indem Komponenten mit kleinen Verteilungskoeffizienten bei niedrigeren Temperaturen getrennt werden als solche, die bei isothermer Trennung zu lange Retentionszeiten und breite Peaks aufweisen.

-Die durch Temperaturprogrammierung bedingte Drift des Chromatogrammsignals (Säulenbluten) kann weitgehend durch Einsatz einer Kompensationssäule in Differenzschaltung mit der Arbeitssäule eliminiert werden.

Die apparative Ausrüstung des Experimentes Gaschromatographie (Abb. 77) besteht aus folgenden Einheiten:

- Gaschromatograph (F 30, Perkin Elmar) mit zwei Glassäulen, gepackt mit 2,5% OV225 auf Chromosorb G-AW-DMCS von 80-100 mesh, dual FID in Kompensationsschaltung,
- Probenwechsler (Autosampler AS41) mit einer Kapazität von 100 Proben (10 Magazine zu je 10 Kapseln) und Programmiereinheit zur Steuerung des Gaschromatographen und Probenwechslers,
- CAMAC-Interface-Hardware wie Analog-Digital-Umformer (Borer, Typ 1241A) mit 11 Bit Auflösung und vorgeschaltetem programmiert umschaltbarem Verstärker sowie Impulsgenerator (Jürgen, Mod. CG) mit programmierbarer Frequenz zur Generierung der Abtastfunktion des ADU, Interrupt-Modul zur Auflösung von binären Steuersignalen und Ein-/Ausgabe-Modul zur Registrierung der Präparatenummer.

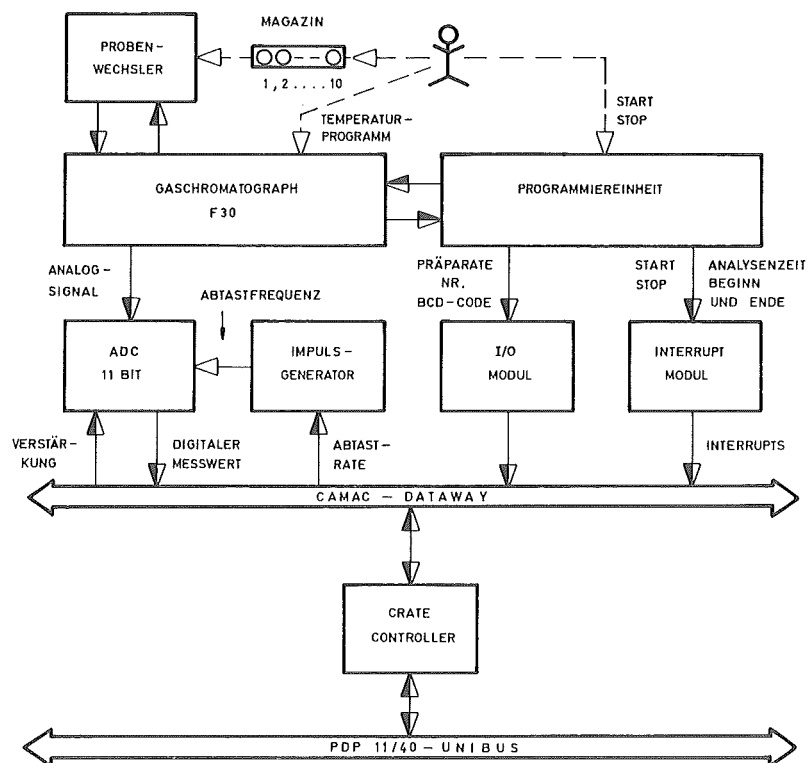


Abbildung 77: Experiment- und Interface-Hardware Gaschromatographie



Um die große Dynamik des Chromatogrammsignales (größer  $1:10^6$ ) mit vertretbarem apparativem Aufwand zu verarbeiten, wird zur Digitalisierung dieses Signals ein ADU mit integriertem 7 Meßbereichen programmiert umschaltbaren Verstärker eingesetzt. Während der Meßwertaufnahme wird der Verstärker durch den Meßwerterfassungstask (MEGC, Abbildung 81) bei jeder Umwandlung in den optimalen Meßbereich (kleinste mögliche Quantifizierungsstufe) geschaltet, wodurch die geforderte Dynamik von  $1:10^6$  erreicht wird.

### 7.1.1 Experimentvorbereitung

Zu experimentvorbereitenden Maßnahmen der Datenverarbeitung bei der Gaschromatographie zählen die Operationen:

- Bestimmung experimentspezifischer Koeffizienten,
- Definition von Analysenprogrammdaten sowie
- Ermittlung von Koeffizientensätzen der Eichfunktionen.

Experimentspezifische Koeffizienten stellen bei der Gaschromatographie die Konstanten der linearen Übertragungsfunktionen des Analog-Digitalumformers einschließlich des vorgeschalteten in 7 Stufen umschaltbaren Verstärkers dar. Diese Konstanten werden durch Kalibrierung des Analog-Digitalumformers 19 mittels eines speziellen Kalibrierungsprogramms (KADC) ermittelt und durch das Bedienungssystem (Abschnitt 6.1.1.3) in die Datei für experimentspezifische Koeffizienten eingetragen.

Analysenprogrammdaten enthalten sowohl Anweisungen an den Experimentator über die Analysendurchführung, als auch wichtige Versorgungsdaten für die Chromatogrammauswertung. Erläuterungen dieser Daten sind anhand eines Beispiels in Abbildung 78 enthalten.

Koeffizientensätze der Eichfunktionen werden in der Koeffizientendatei (COMMON J4) mit einer Kapazität von max. 20 Koeffizientensätzen abgespeichert. Für jede auszuwertende Komponente



einschließlich des Inneren Standards (Codeworte GCKO, GCPO, /22/ ) ist in dieser Datei ein Koeffizientensatz anzulegen, der im wesentlichen die Komponentenbezeichnung, Retentionszeitfenster des zugeordneten Peaks im Chromatogramm sowie die Koeffizienten der Eichfunktionen (ausgenommen Innerer Standard) enthält. Die Nummern dieser Koeffizientensätze korrespondieren mit den im Analysenprogramm zugeordneten Koeffizientensatznummern.

### 7.1.2 Analysenablauf

Der bei diesem Experiment ausschließlich rechnerunterstützte Analysenablauf (Abbildung 80) gliedert sich in die Teilprozesse Probenpräparation, Meßwerterfassung und Auswertung.

Nach Abschluß der vorbereitenden Maßnahmen wie:

- Präparation der Meßproben nach vorgebenem Analysenprogramm,
- codewortunterstützte Eingabe der Meßprobennummer (identisch mit der Magazinplatznummer des Probenwechslers),
- Beschickung des Probenwechslers und Einstellung des Meßprogramms,

folgt ein automatischer Meßablauf entsprechend dem in Abbildung 79 für eine Probe dargestellten Meßzyklus.

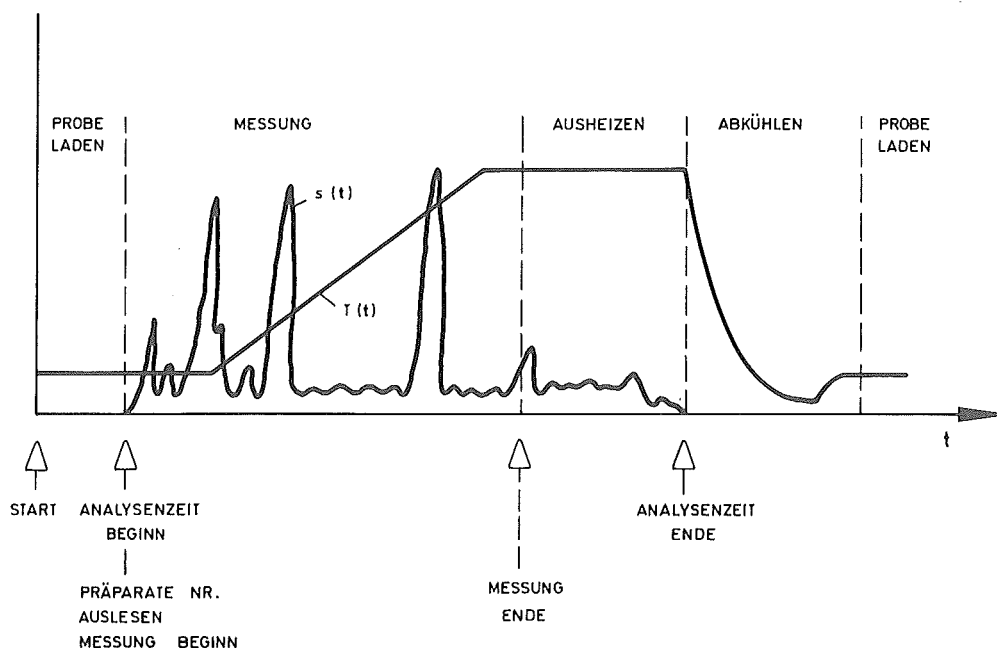


Abbildung 79: Meßzyklus Gaschromatographie

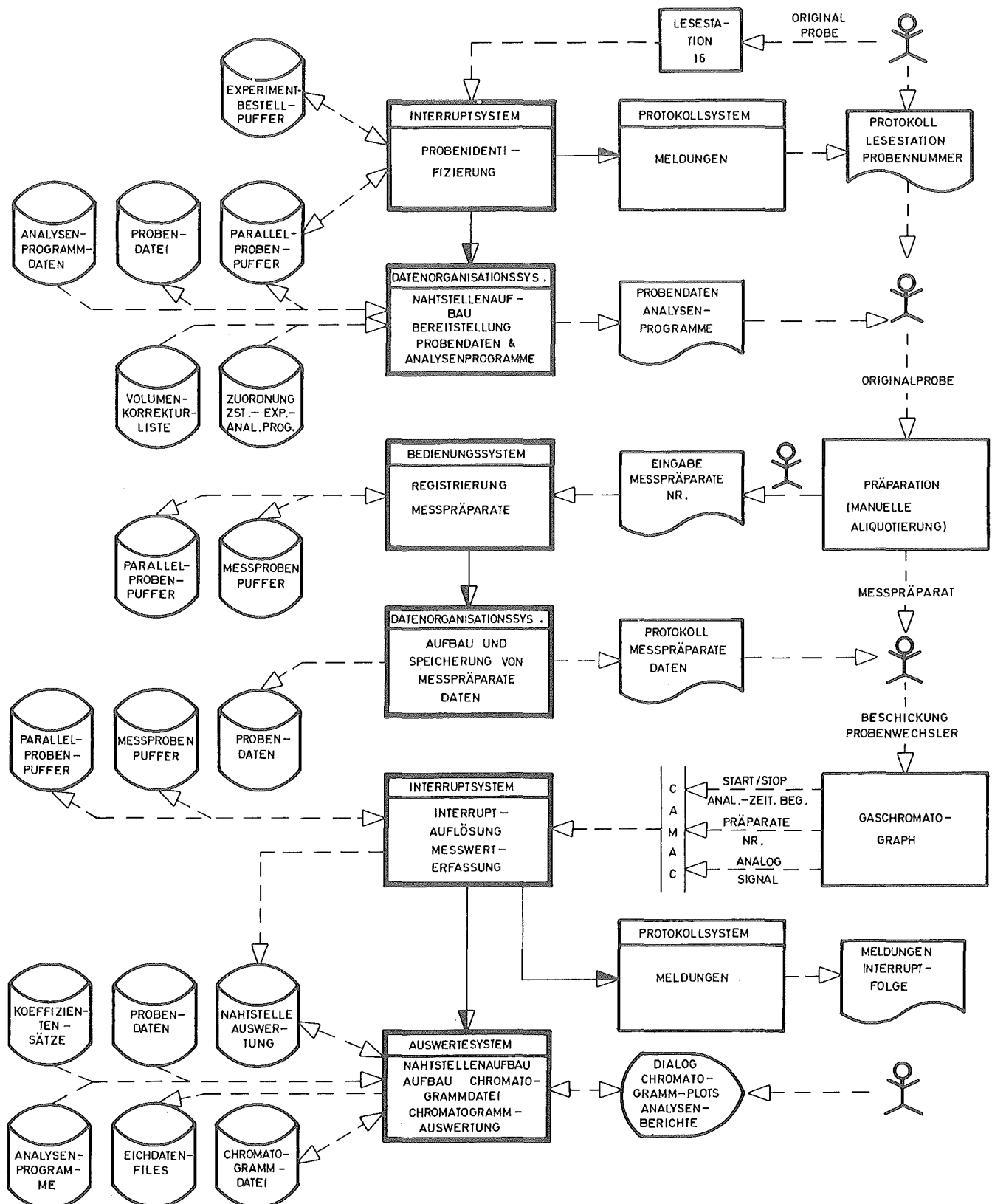


Abbildung 80: Kommunikation einzelner Teilsysteme während des Ablaufs des Experimentes Gaschromatographie

Aufgabe der Meßwerterfassung (Interrupt- und Meßwerterfassungssystem) ist die interruptgesteuerte Synchronisation des Meßprogramms der Analysenapparatur mit folgenden rechnerintegrierten Bearbeitungsoperationen (Abbildung 81):

- Interruptauflösung mit Kontrolle der richtigen Interruptfolgen (STIN) einschließlich Meldungsausgaben,
- Datenzuordnung entsprechend der übernommenen Präparatnummer mit Fehlerbearbeitung bei fehlerhafter Meßprobenreihenfolge (MEAN),
- periodische Digitalisierung des Chromatogrammsignals mit programmierter Abtastfrequenz- und Verstärkereinstellung sowie Vorgabe der Meßwerterfassungszeit (MEGC),
- zyklische, indizierte Meßwertabspeicherung und Nahtstellenaufbereitung sowie Aktivierung des Auswertesystems (MEEN).

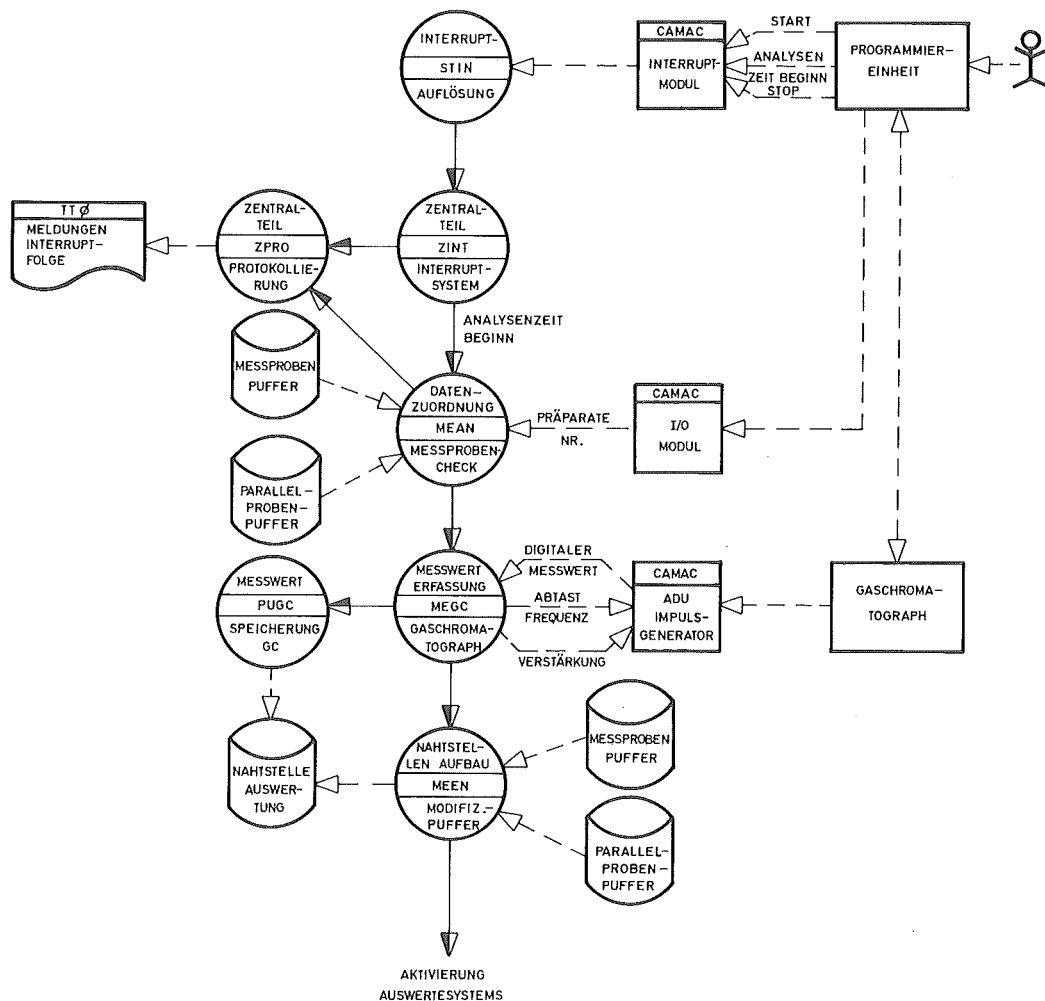


Abbildung 81: Taskablauffolge Meßwerterfassung Gaschromatographie

### 7.1.3 Auswertung

Das Auswertesystem des Experiments GC ist in folgende zeitlich entkoppelt arbeitende Teilbereiche gegliedert:

- Chromatogrammaufbereitung,
- Chromatogrammauswertung,
- Auswertung von Eichdaten.

Die Chromatogrammaufbereitung wird durch den Zentralteil Auswertung (Abschnitt 5.3.7) unmittelbar nach Abschluß der Meßwerterfassung initialisiert. Dieser Teilbereich (Task WRGC) umfaßt sequentiell ablauffähige, analysenprogrammabhängige Operationen wie:

- Linearisierung der digitalen Rohmeßwerte,
- Berechnung des effektiven Rauschsignals,
- Spikelokalisierung und -korrektur,
- digitale Glättung,
- indizierte Abspeicherung der aufbereiteten Chromatogramme in der Chromatogrammdatei einschließlich Aufbau der Chromatogrammindexliste.

In der Chromatogrammindexliste ist die Belegung der Chromatogrammdatei hinterlegt mit Informationen über die Chromatogrammuordnung zur Probe (Probennummer) sowie deren Herkunft (Zapfstelle und Charge).

Die filestrukturierte Chromatogrammdatei besitzt eine Kapazität von 100 Datensätzen, für jedes Chromatogramm einen, wobei ein Datensatz (6656 Festwerte)

- Daten über die Vorgeschichte der zugeordneten Probe wie Zapf- und Probandaten, Analysenprogrammdateien, Parallelprobandaten sowie die
- Chromatogrammfunktion mit einer maximalen Länge von 3156 Meßwerten

enthält, der zum Zeitpunkt der Chromatogrammauswertung geschlossen in die Nahtstelle Auswertung transferiert wird.

Die Chromatogrammauswertung umfaßt Operationen, die mit Analysenprogrammdaten und Koeffizientensätzen der Eichfunktionen versorgt werden. Hierzu gehören folgende Verfahrensschritte (Abbildung 82):

- Basislinienkorrektur,
- Peakauswertung mit Peaklokalisierung, Peaktrennung und Peakintegration,
- Konzentrationsbestimmung der Komponenten einer Einzelprobe, mit Ausgabe des Auswerteprotokolls (Einzelauswertung),
- Gruppenauswertung der Ergebnisse einer Parallelprobenreihe aus gleicher Zapfstelle und Charge mit kombinierten  $\chi^2$ - und Ausreißertest sowie Bestimmung der Mittelwerte, deren Standardabweichung und Toleranzen (Vertrauensbereich zur Sicherheit von 90 %) einschließlich Ausgabe eines Auswerteprotokolls (Abbildung 83).

Dieser Teilbereich wird durch Codewortbedienung initialisiert. Das vorliegende Auswertepaket dient alternativ zur Auswertung von Prozeßproben oder Eichstandards. Bei Eichmessungen werden die Daten ausgewerteter Standardproben in Eichdatenfiles transferiert.

Weiter sieht das Auswertesystem für Routineanalysen eine vollautomatische, für Proben unbestimmter qualitativer Zusammensetzung, dagegen eine interaktiv unterstützte Chromatogrammauswertung vor, bei der im Dialogverkehr die wesentlichen Verfahrensschritte beeinflußt und graphisch verfolgt werden können.

Diese Verfahrensschritte umfassen Operationen, die bei automatischer Auswertung mit empirischen Daten der Analysenprogramme versorgt werden. Hierzu gehören:

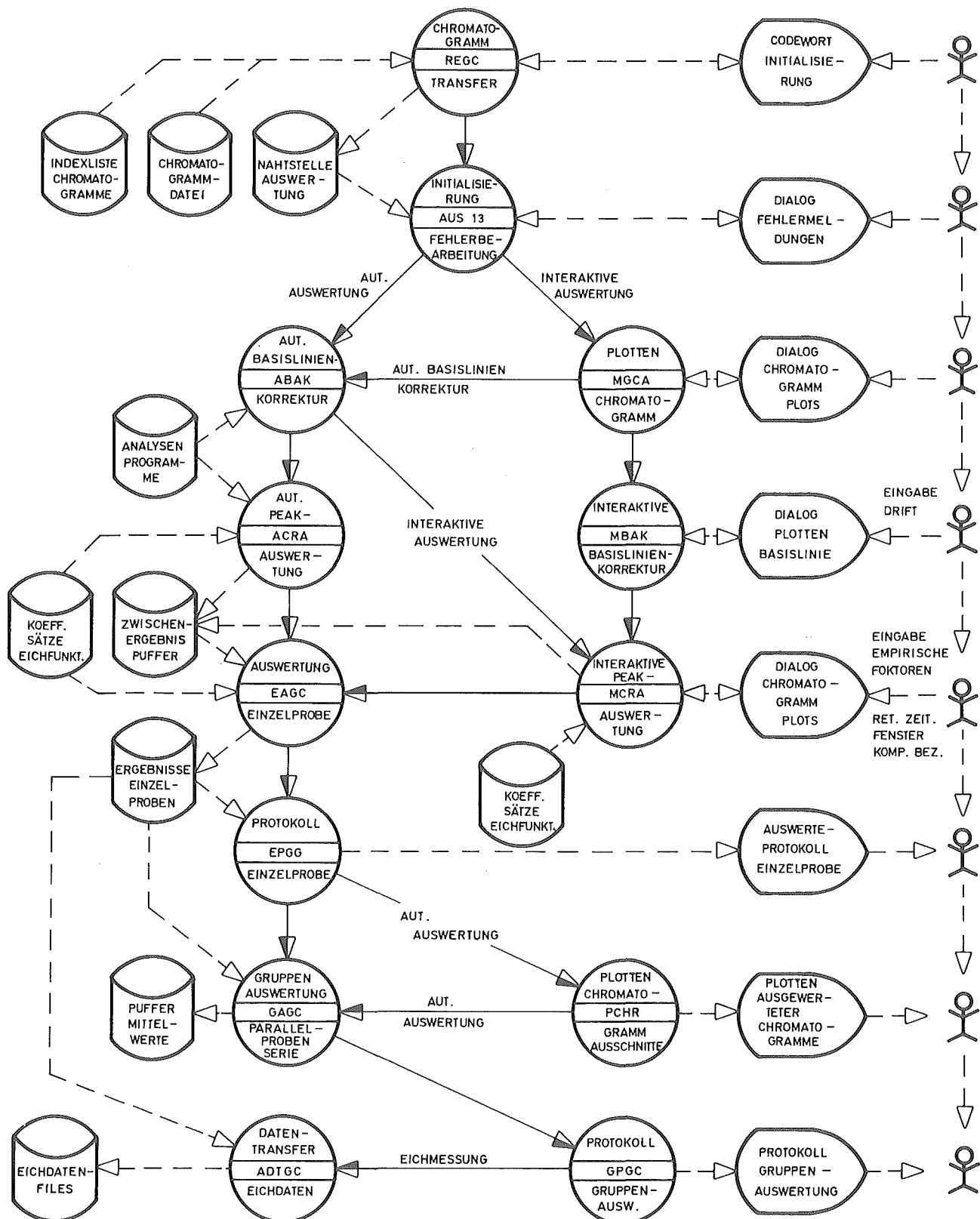


Abbildung 82: Ablauffolge einzelner Verfahrensschritte bei der Chromatogrammauswertung (Task-Ablauffolge)



- Basislinienbestimmung, wobei durch wiederholte Vorgabe des Wertes für die maximal zulässige Drift aus den in das gedehnte Chromatogramm geplotteten Basislinien die optimalen Werte zur Basislinienkorrektur bestimmt werden können,
- Vorgabe von Retentionszeitfenstern durch Fadenkreuz während der Auswertung unbestimmter Komponenten bei beliebig gedehnten Chromatogrammausschnitten,
- Vorgabe empirischer Faktoren zur Peakgrenzenbestimmung, wobei anhand der im Chromatogramm geplotteten Peakgrenzen die Peaktrennungskriterien beeinflußt werden können.

Bei automatischer Chromatogrammauswertung wird nach Ausgabe des Auswerteprotokolls eine im Analysenprogramm definierte Anzahl von Chromatogrammausschnitten (maximal 8) geplottet (Abbildung 84).

#### GC-PROTOKOLL VOM 2. 7.79

##### EXPERIMENTPARAMETER:

ZN	CHARGE	ZDAT	KAPSEL NR.	ANPRO	C12 [%]	C15 [%]	CH2N2	PP	ALIQ [UL]	PRG NR.	KOMPONENTEN
ZST1	1	19.01.78	1008	1302	100.	2.0	-	4	0.5	2.	C10-C14,TBP

ERGEBNIS - MITTELWERT FUER KAPSEL-NR.: 1005 1006 1007 1008

RTNORM [SEC]	RTEP [SEC]	FLAECHE [10UV*SEC]	QUOTIENT	KOMP.	VOL-%	TOL% MITTEL	SIGMA% EINZEL	ANZ. KOMP
158.	156.	0.42025E+06	0.57987E+00	C10H22	0.29648E+01	0.53	0.29	4
248.	249.	0.49215E+07	0.67906E+01	C11H24	0.34378E+02	0.45	0.35	4
380.	380.	0.32081E+07	0.44265E+01	C12H26	0.22593E+02	0.38	0.18	4
545.	539.	0.10944E+07	0.15102E+01	C13H28	0.76413E+01	0.30	0.15	4
727.	726.	0.36604E+05	0.50509E-01	C14H30	0.24682E+00	0.74	0.32	4
935.	929.	0.72473E+06	0.10000E+01	C15H32	0.20000E+01	0.00	0.00	4
2111.	2105.	0.24626E+07	0.33980E+01	TBP	0.24359E+02	0.82	0.22	4

Abbildung 83: Gruppenprotokoll einer Parallelprobenserie vom Umfang 4 bei der gaschromatographischen Bestimmung von TBP und n-Alkan-Komponenten im Extraktionsmittel

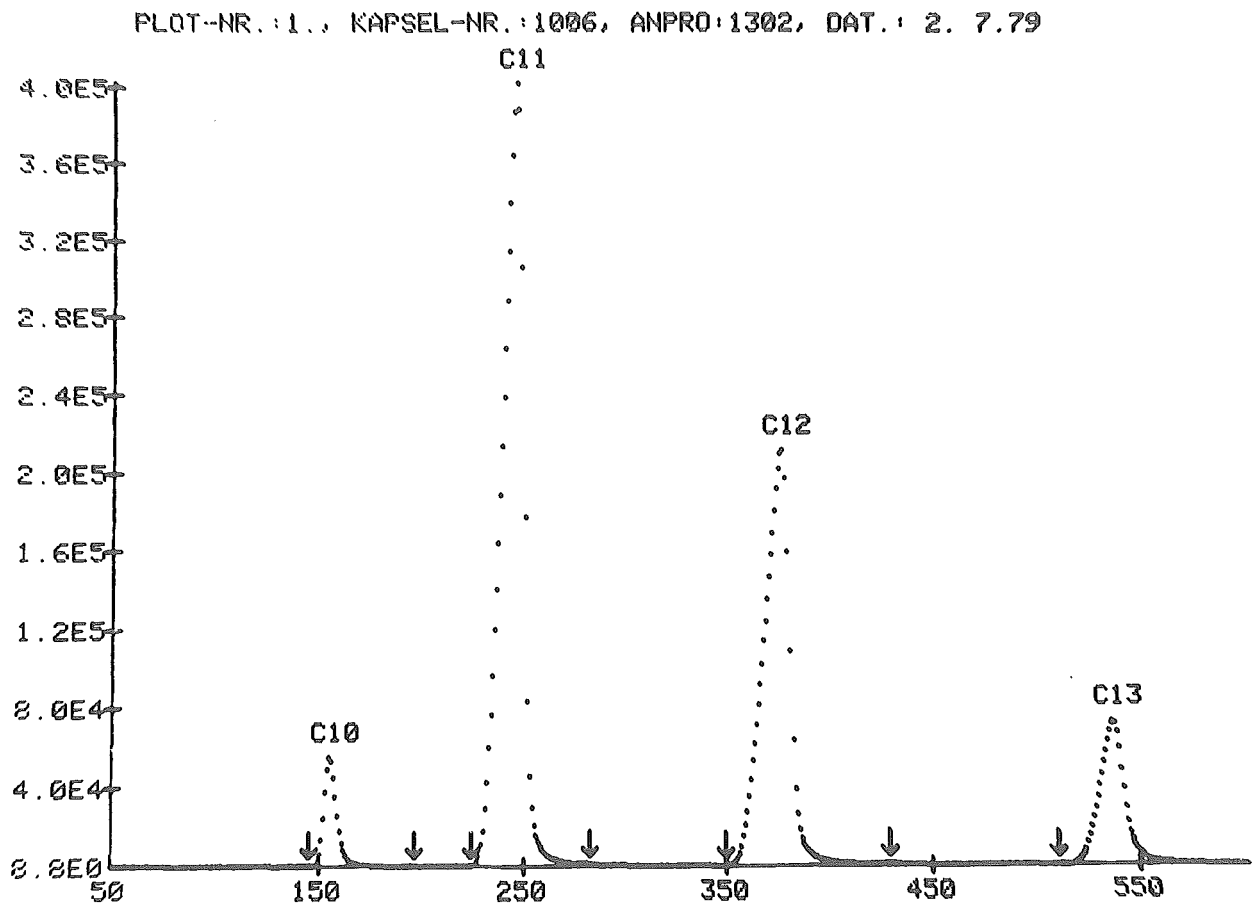


Abbildung 84: Geplotteter Chromatogrammausschnitt bei automatischer Auswertung

In gegenwärtiger Konfiguration gestattet das Auswertesystem maximal 4 Parallelbestimmungen aus einer Zapfstelle und Charge, wobei in einer Einzelprobe maximal 10 Komponenten ausgewertet werden können.

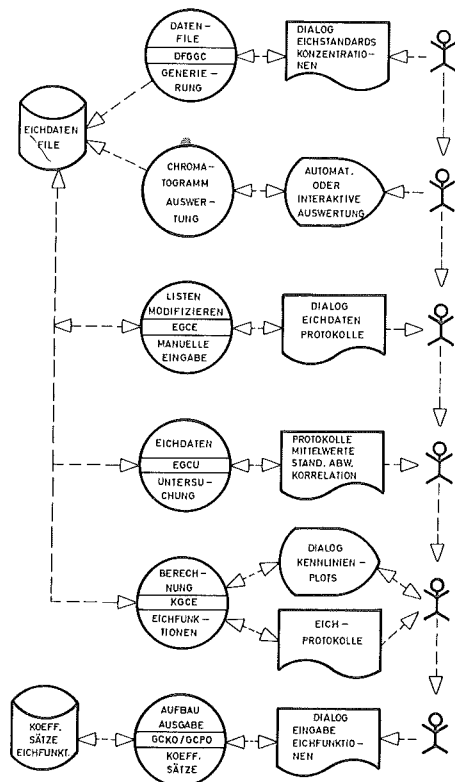
Zur Erfassung und Auswertung von Eichdaten ist ein modular strukturiertes Programmpaket erstellt worden, das im wesentlichen folgende Aufgaben erfüllt:

- Generierung von blockstrukturierten Eichdatenfiles zur Erfassung der Eichdaten von Mehrkomponentensystemen, wobei ein Eichdatenfile einem Typ von Mehrkomponenten-Eichstandards zugeordnet ist. Jedem Eichstandard (maximal 15 pro Datenfile) ist ein Datensatz mit einer Kapazität von maximal 10 Komponenten und 20 Parallelbestimmungen pro

Komponente zugeordnet. Während der Generierung werden die Bezeichnungen der Eichstandards, Anzahl und Bezeichnung der Komponenten sowie deren Konzentrationen im programmierten Dialog festgelegt.

- Untersuchung der Qualität von Eichdaten durch Berechnung von Mittelwert, Standardabweichung der Peakflächen sowie der Korrelationszahl von Peakflächen aller Komponenten bezüglich der vorgegebenen Komponente des Inneren Standards innerhalb eines Datensatzes. Diesen Berechnungen schließen sich die Bestimmung der Peakflächenquotienten, deren Mittelwerte und Standardabweichung mit nachfolgender Ausreisserbehandlung an.
- Berechnung von Eichfunktionen mittels multipler linearer Regression nach mehreren Ausgleichsmodellen mit Ausgabe eines Eichprotokolls und graphischer Darstellung der Eichfunktion über den zugeordneten Meßwerten auf einem graphischen Display.

Eine Übersichtsdarstellung der einzelnen Programmodule sowie die Sequenz der mit der Auswertung von Eichdaten verbundenen Operationen ist in Abbildung 85 enthalten.

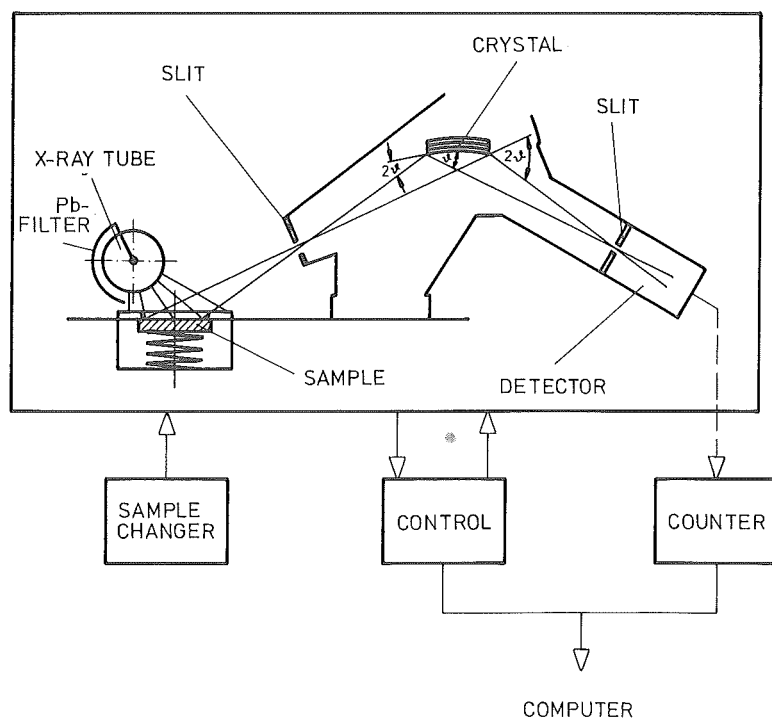


**Abbildung 85:** Auswertung von Eichdaten zur Berechnung von Eichfunktionen für die Gaschromatographie

## 7.2 Röntgenfluoreszenzanalyse

Das Anwendungsspektrum der Röntgenfluoreszenzanalyse umfaßt die Bestimmung der Konzentration der Elemente Th und U sowie anderer nicht routinemäßig bestimmter Elemente, wie Bestandteile von Prozeßchemikalien (Al, P, S) oder Korrosionsprodukte (Fe) /23, 24/.

Während der Analyse wird die Probe mit dem kontinuierlichen Bremsspektrum einer Röntgenröhre bestrahlt, wodurch für jedes zu bestimmende Element charakteristische Emissionsspektren (Primärfluoreszenz) induziert werden.



**Abbildung 86:** Prinzipdarstellung des on-line gekoppelten Mehrkanal-Röntgenspektrometers MRS3

Zur Trennung der charakteristischen Strahlung verschiedener Elemente werden Monochromatoren eingesetzt, bei denen die selektive Reflexion dieser diskreten Strahlung an den Netz-

ebenen der Kristalle nach der Braggschen Gleichung ausgenutzt wird (Abbildung 86). Im nachgeschalteten Detektor wird die monochromatische Strahlung in elektrische Impulse konvertiert. Die während einer vorgegebenen Meßzeit durch die Zähl-elektronik registrierte Impulsrate ist mit der Konzentration des gemessenen Elements in der Probe korreliert.

Die apparative Ausrüstung des Experiments Röntgenfluoreszenz-analyse umfaßt die Einheiten (Abbildung 87):

- Mehrkanal-Röntgenspektrometer MRS3 (Siemens) mit einer Bestückung von 9 Kanälen mit Probenwechsler,
- Präparationsstrecke /25/ zur automatischen Herstellung von Meßpräparaten mit nachgeschaltetem Meßpräparatmagazin,
- Rohrpostanlage, gekoppelt mit einer Verteilerstation zur automatischen Zuführung von Meßpräparaten aus dem Meßpräparate-Magazin (Box) oder Labor zum Probenwechsler des MRS3,
- Interface-Hardware zur Steuerung der Präparationsstrecke und der Verteilerstation (Ein-/Ausgabemodul) sowie zur Aufnahme von Meßdaten des Mehrkanal-Röntgenspektrometers (serielles asynchrones Eingabemodul SAM2).

Präparationsstrecke und Meßpräparatmagazin sind in einer abgeschirmten Bleibox untergebracht und durch die Rohrpostanlage mit dem im Labor installierten Röntgenspektrometer verbunden.

Wegen der hohen Spaltproduktradioaktivität der Proben (bis zu 2000 Ci/l) sowie des räumlich und wartungstechnisch bedingten Standortes der Meßapparatur in auch von Personen benutzten Meßräumen ist aus strahlenschutztechnischen Gründen auch bei Verwendung kleiner Probenaliquote (maximal 0,1 ml) ein hoher Automatisierungsgrad des Meßablaufs bei lokaler Abschirmung erforderlich. Bis auf die fernbediente manuelle Handhabung

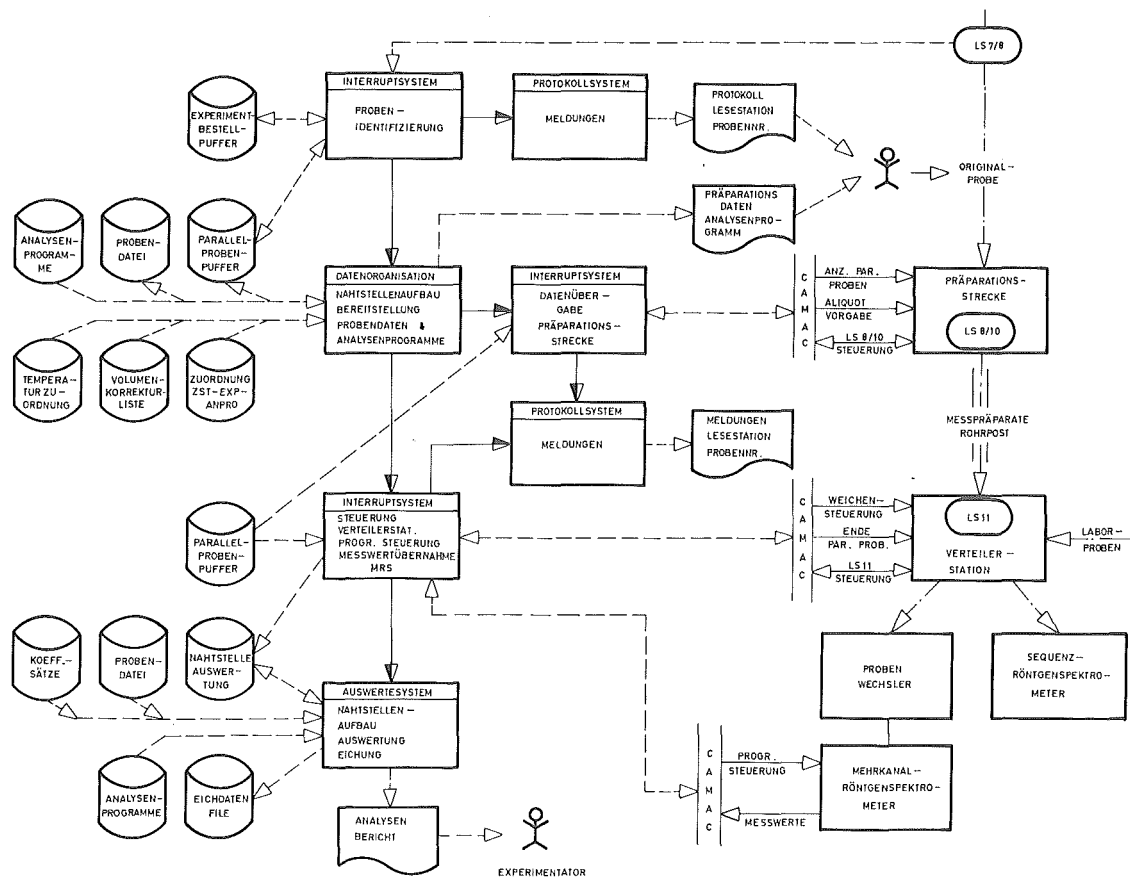


Abbildung 87: Steuerungs- und Datenverarbeitungsoperationen bei Ablauf des Experimentes Röntgenfluoreszenz-analyse

der Originalproben in der Präparationsbox wurden Präparation, Meßpräparatezuführung, Messung und Auswertung beim Mehrkanal-Röntgenspektrometer vollständig automatisiert.

Bei der Probenpräparation wird die Papierfiltertechnik /26/ eingesetzt, bei der das auf Papierfilter eingetrocknete Probenaliquot durch Folien eingeschlossen wird.

Die Experimentkonfiguration sieht eine simultane Bestimmung mehrerer Elemente (max. 9) in einer Probe nach unterschiedlichen Meßprogrammen (max. 20) und einer Präparation mit oder ohne Inneren Standard vor.

Zu den experimentvorbereitenden Maßnahmen gehören die Definition von Analysenprogrammdaten sowie die Bestimmung von Parametern zur Meßwerterfassung und Auswertung.

In den Analysenprogrammdaten (Abbildung 88, 88a) werden neben Präparationsanweisungen Parameter zur Steuerung der Präparationsstrecke (Anzahl der Parallelproben und Aliquotvolumen pro Meßpräparat) sowie Parameter zur Meßwerterfassung und Auswertung (Meßprogramm und Koeffizientensatznummern) festgelegt.

Parameter zur Meßwerterfassung und Auswertung können mittels des Codewortes KRFA eingegeben werden. Diese Parameter umfassen folgende Zuordnungen:

- Zuordnung von Elementen zu Kanalnummern des MRS3,
- Festlegung des Meßprogramms bezüglich der auszulesenden Kanäle, der Meßzeit sowie der Meßart (Einfach- oder Filtermessung,
- Definition von Koeffizientensätzen der Eichfunktionen.

Bei Filtermessung wird im Anschluß an die Messung der durch das Bremsspektrum induzierten Linien, die Eigenstrahlung des Meßpräparates bei abgeschirmten Bremsspektrum und sonst gleichen Meßprogramm erfaßt.

```

ANALYSENPROGRAMM - PROTOKOLL EXP. 12 VOM: 06-MAY-81   09:22:25
=====

ANPRO VOL 2.AN INN. PROBEN - ALIQ PP MESS PR. FI AUSW KOEF TOL ELEMENT
NR.  KOR PRO: STD. NUMMER : [ML]      GER  NR. KE TYP: SATZ [%]
      ML          TYP

A1201 1.0 1201 ZR-1 00123456 0.05 3. MRS3  0. 1.   2. 5.6.  4.  U, TH

```

Abbildung 88: Analysenprogrammprotokoll Röntgenfluoreszenzanalyse

VARIABLEN EINES ANALYSENPROGRAMMS	ERLÄUTERUNGEN
*	
A1201 _____	Analysenprogramm-Nummer
VOLKOR/F3.1/1.0// _____	Korrekturvolumen Originalprobe
2.ANPRO/A/1201// _____	
INN.TYP/A4/ZR-1// _____	Element des Inneren Standards
PROBENNR./AB/00123456// _____	Probennr. Innerer Standard
ALIQUT/F4.2/0.05// _____	Volumenaliquotmeßpräparat
PPPR/F2.0/3.// _____	Anzahl von Parallelproben
MESSGERAET/A/MRS3// _____	Analysengerät
PROG.NR./F3.0/00.// _____	Nr. des Meßprogramms
FILT.KENN./F2.0/1.// _____	Kennung für Filtermessung
AUSW.-TYP/F4.0/ 2.// _____	Typ der Auswertung
KOEFF-SATZ/2F2.0/5.6.// _____	Koeffizientensatznr. Komponenten
TOLERANZ/F3.0/ 4.// _____	Max. zulässige Toleranz
ELEMENT/A/ U, TH // _____	Auszuwertende Elemente
\$	
ERGE/10F3.0/ 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.10.// _____	Ergebnis-Reihenfolge

Abbildung 88a: Daten eines Analysenprogramms Röntgenfluoreszenzanalyse  
(Quelldatenfile ANPRO.12)



### 7.2.1 Auswertesoftware

Das Auswertesystem des Experiments Röntgenfluoreszenzanalyse ist in die Teilbereiche

- Auswertung von Routineanalysen und
- Auswertung von Eichdaten gegliedert.

Diese Teilbereiche werden nach Abschluß der Meßwerterfassung durch den Zentralteil Auswertung aktiviert (Abbildung 42) und starten nach erfolgter Meßwertaufbereitung entsprechend der Codierung der Zapfstellenbezeichnung die Auswertung oder bei Eichmessungen den Datentransfer der Meßwerte zum Eichdatenfile (Abbildung 89). Während der Meßwertaufbereitung werden die Operationen Decodierung der Impulszahlen registrierter Kanäle (BCD-Real-Decodierung) und Berechnung der Impulsraten sowie deren Korrektur bezüglich der radioaktivitätsbedingten Untergrundstrahlung durchgeführt.

Die Auswertung von Routineanalysen umfaßt Auftragsoperationen wie:

- numerische Verfahren zur Berechnung der Konzentration vorgegebener Elemente innerhalb bekannter Mehrkomponentensysteme einschließlich Bestimmung der Schwermetallmasse von U und Th pro Behälter und Charge für Einzelproben,
- Gruppenauswertung von Parallelprobenserien aus gleicher Zapfstelle und Charge vom Umfang  $\leq 4$  bezüglich Mittelwert, Standardabweichung mit Ausreißerausscheidung. Die Parallelmessungen dienen einerseits zur Steigerung der Meßgenauigkeit, andererseits zur laufenden Kontrolle der Meßapparaturstreuung, indem anhand eines  $\chi^2$ -Tests geprüft wird, ob die während der Eichung bestimmte Standardabweichung der Meßapparatur mit einer statistischen Sicherheit von 95 % einseitig nach oben überschritten wird.
- Ergebnisprotokollierung der Einzel- und Gruppenauswertung.

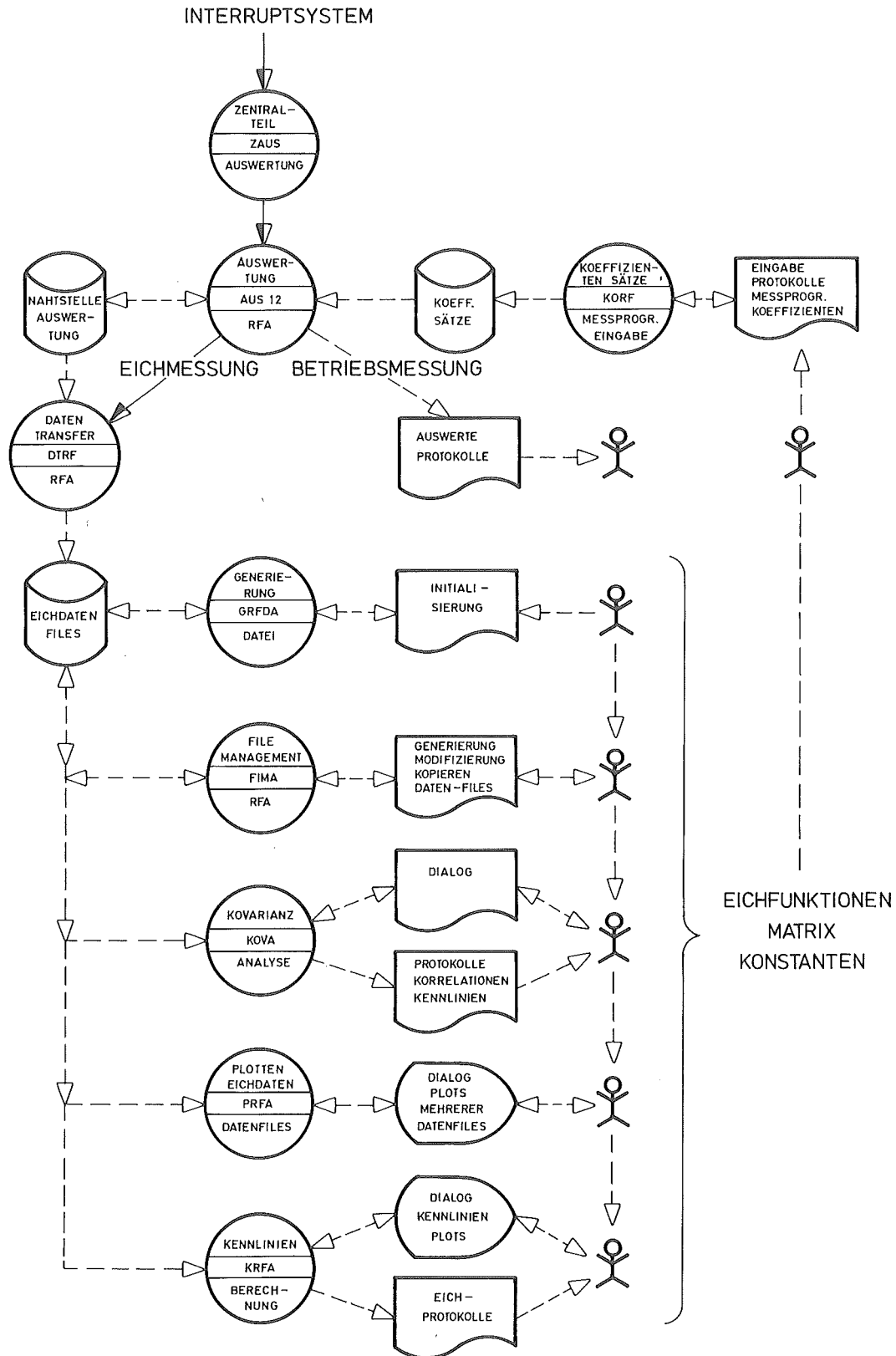


Abbildung 89: Auswertung von Betriebsmessungen und Ablauf der Verfahrensschritte zur rechnerunterstützten Auswertung von Eichdaten bei der Röntgenfluoreszenzanalyse

Eichdaten werden innerhalb eines plattenresidenten, blockstrukturierten Eichdatenfilesystems mit einer Kapazität von max. 50 Einzelfiles gespeichert. Jedem Typ von Mehrkomponentensystem ist ein Einzelfile, jedem diesem System zugehörigen Eichstandard ein Datensatz mit frei programmierbarer Anzahl von Komponenten und Parallelbestimmungen zugeordnet.

Zur Auswertung von Eichdaten ist ein Programmpaket, bestehend aus einzelnen durch interaktive Kommunikation unterstützten Tasks mit sequentielltem Zugriff zu Eichdatenfiles erstellt worden. Dieses Programmpaket enthält sowohl Tasks zur Verwaltung von Eichdatenfiles mit Funktionen wie:

- Filegenerierung,
- Modifizierung der Fileinhalte bezüglich Benennung von Standards, deren Konzentration und Eliminierung von Fehlmessungen,
- Kopieren bestehender Datensätze zur Erstellung von Folgefiles,
- Listen vorgegebener Datenbereiche,
- Löschen von Datenfiles,

als auch Tasks zur Bearbeitung verschiedener numerische Verfahren als Hilfsmittel zur Beurteilung von Matrixeffekten innerhalb beliebiger Komponentensysteme sowie Tasks zur Berechnung von Eichfunktionen und der zugehörigen Matrixkonstanten.

Die Berechnung von Eichfunktionen (Abbildung 90) erfolgt durch multiple lineare Regression nach unterschiedlichen, im programmierten Dialog bestimmbaren Ausgleichsmodellen.

EICHFUNKTION FILE: UF10  $C(U) = F(QR(U)) = Y(X)$   
 INNERER STANDARD: SR  
 AUSGLEICHSFUNKTION  $Y=B1+B2 \cdot X+B3 \cdot X^2$

## KOEFFIZIENTEN

B1 = -0.51453819E 01  
 B2 = 0.17523653E 03  
 B3 = 0.12292058E 02

I	NI	QR(U)	C(U)	CRM(U)	SQR(U)	SQR(U)%	SCR(U)	SCR(U)%	C(U)-CRM(U)
1	14	0.32019E-01	0.52000E 00	0.47807E 00	0.64196E-03	0.20050E 01	0.11300E 00	0.23637E 02	0.41929E-01
2	6	0.43535E-01	0.25000E 01	0.25068E 01	0.68473E-03	0.15728E 01	0.12072E 00	0.48158E 01	-0.67666E-02
3	7	0.72370E-01	0.75000E 01	0.76009E 01	0.73415E-03	0.10144E 01	0.12995E 00	0.17097E 01	-0.10092E 00
4	8	0.11423E 00	0.14875E 02	0.15032E 02	0.65350E-03	0.57211E 00	0.11635E 00	0.77406E 00	-0.15652E 00
5	7	0.14048E 00	0.19975E 02	0.19714E 02	0.73007E-03	0.51971E 00	0.13046E 00	0.66175E 00	0.26114E 00
6	8	0.17116E 00	0.25000E 02	0.25209E 02	0.51895E-03	0.30319E 00	0.93124E-01	0.36941E 00	-0.20876E 00
7	11	0.19525E 00	0.29750E 02	0.29538E 02	0.79135E-03	0.40531E 00	0.14247E 00	0.48234E 00	0.21241E 00
8	7	0.22638E 00	0.35000E 02	0.35155E 02	0.65523E-03	0.28944E 00	0.11847E 00	0.33699E 00	-0.15467E 00

BESTIMMTHEITSMASS  
 ABS. STAND. ABW. UM D. REG. FUN. BL = 0.99974E 00  
 REL. STAND. ABW. UM D. REG. FUN. SY = 0.20413E 00  
 ABS. STAND. ABW. D. MITTELWERTSLINIE UM D. REG. FUN. SYR = 0.11494E 01%  
 REL. STAND. ABW. D. MITTELWERTSLINIE UM D. REG. FUN. SYM = 0.17619E 00  
 SYMR = 0.99207E 00%

EICHFUNKTION FILE: UF55  $C(U) = F(QR(U)) = Y(X)$   
 INNERER STANDARD: SR  
 AUSGLEICHSFUNKTION  $Y=B1+B2 \cdot X+B3 \cdot X^2$

## KOEFFIZIENTEN

B1 = -0.41279702E 01  
 B2 = 0.16788985E 03  
 B3 = 0.23915701E 02

I	NI	QR(U)	C(U)	CRM(U)	SQR(U)	SQR(U)%	SCR(U)	SCR(U)%	C(U)-CRM(U)
1	11	0.19525E 00	0.29750E 02	0.29564E 02	0.79135E-03	0.40531E 00	0.14025E 00	0.47440E 00	0.18630E 00
2	7	0.22638E 00	0.35000E 02	0.35105E 02	0.65523E-03	0.28944E 00	0.11710E 00	0.33359E 00	-0.10463E 00
3	8	0.36058E 00	0.59925E 02	0.59519E 02	0.10803E-02	0.29959E 00	0.20001E 00	0.33605E 00	0.40645E 00
4	8	0.47417E 00	0.79900E 02	0.80857E 02	0.21224E-02	0.44760E 00	0.40452E 00	0.50029E 00	-0.95702E 00
5	6	0.57078E 00	0.99875E 02	0.99492E 02	0.29888E-02	0.52363E 00	0.58342E 00	0.58640E 00	0.38284E 00
6	7	0.72503E 00	0.12963E 03	0.13017E 03	0.27890E-02	0.38467E 00	0.56495E 00	0.43401E 00	-0.53981E 00
7	8	0.86391E 00	0.15982E 03	0.15876E 03	0.17800E-02	0.20604E 00	0.37243E 00	0.23458E 00	0.10566E 01
8	8	0.10133E 01	0.18928E 03	0.19056E 03	0.48708E-02	0.48067E 00	0.10532E 01	0.55270E 00	-0.12776E 01
9	8	0.12277E 01	0.23928E 03	0.23803E 03	0.56795E-02	0.46262E 00	0.12871E 01	0.54073E 00	0.12451E 01
10	8	0.14955E 01	0.30000E 03	0.30043E 03	0.47358E-02	0.31668E 00	0.11336E 01	0.37733E 00	-0.43411E 00

BESTIMMTHEITSMASS  
 ABS. STAND. ABW. UM D. REG. FUN. BL = 0.99982E 00  
 REL. STAND. ABW. UM D. REG. FUN. SY = 0.10493E 01  
 ABS. STAND. ABW. D. MITTELWERTSLINIE UM D. REG. FUN. SYR = 0.63642E 00%  
 REL. STAND. ABW. D. MITTELWERTSLINIE UM D. REG. FUN. SYM = 0.82005E 00  
 SYMR = 0.49738E 00%

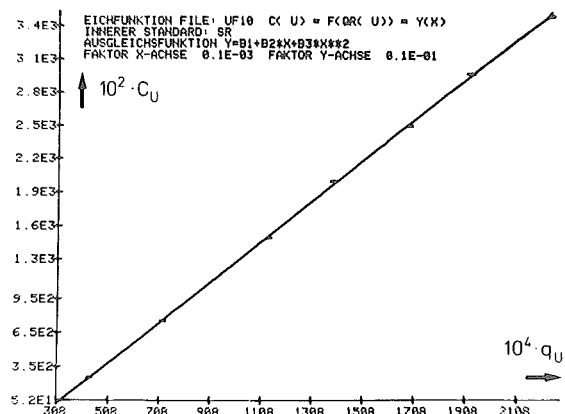
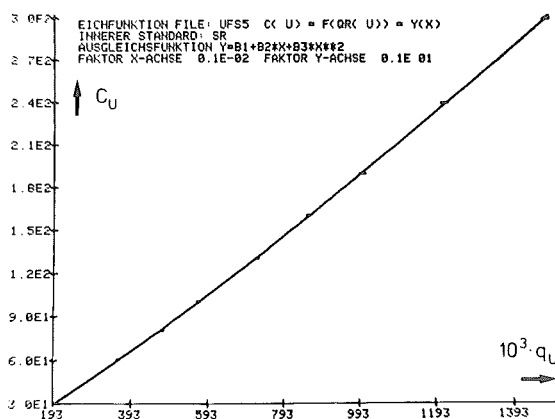


Abbildung 90: Eichfunktionen zur röntgenspektrometrischen Bestimmung von U in den Arbeitsbereichen  $0 \leq c_U \leq 35$  g/l und  $30$  g/l  $\leq c_U \leq 300$  g/l

### 7.3 Potentiometrische Titration

Aufgabe der Titration ist die Bestimmung der Konzentration freier Säure sowie der Schwermetalle Th und U, und daraus folgend deren Massen pro Behälter und Charge, in wässrigen und organischen Medien aus dem Prozeßbereich.

Bei potentiometrischer Titration erfolgt die Bestimmung der Konzentration von Komponenten einer Probe, indem der Äquivalenzpunkt stöchiometrisch ablaufender chemischer Reaktionen wie Säure-Base-, Redox-, Fällungs- oder Komplexbildungsreaktionen durch potentiometrische Indikation mittels eines geeigneten Elektrodensystems erfaßt wird. Aus dem Verlauf der Spannung zwischen Indikator- und Bezugselektrode wird in Abhängigkeit vom verbrauchten Reagenzvolumen der Endpunkt der Reaktion ermittelt und hieraus die Konzentration der interessierenden Komponenten in der Probe berechnet.

Das Experiment Titration umfaßt einen Labormessplatz für kalte Proben sowie einen fernbedienten, in einer abgeschirmten Box installierten Meßplatz zur Untersuchung heißer Prozeßproben. Außer der fernbedienten manuellen Zuführung der Originalproben erfolgt beim Meßplatz für heiße Prozeßproben der Ablauf aller Operationen der Präparation und Messung ferngesteuert. Die apparative Ausrüstung dieses Meßplatzes (Abbildung 91) umfaßt folgende Einheiten:

- Dosiereinrichtungen zur Aliquotierung definierter Volumina der Proben-, Reagenz- und Additivlösungen,
- ferngesteuerter Analysenstand mit mechanischem Probentransport und Bearbeitungspositionen für Aliquotierung, Probenvorbereitung, Messung und Entleerung der Probenbecher / 27/ ,
- digitaler Titrator TITROPRINT E 475, gekoppelt mit der Motorkolbenbürette E 535 (Fa. Metrohm),
- CAMAC-Interface-Hardware zur on-line Kopplung des TITROPRINT mit dem Zentralrechner PDP11/40.

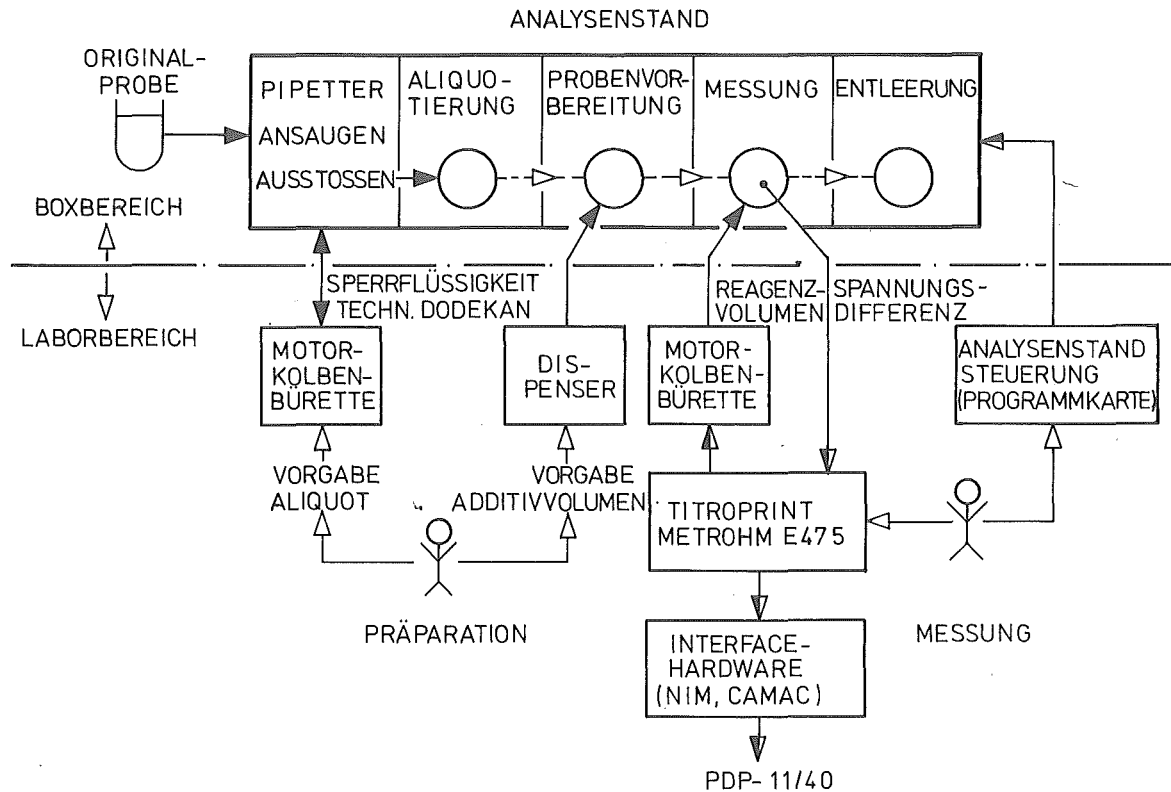


Abbildung 91: Fernbedienter Titrationsstand zur Messung heißer Prozeßproben

Der umgerüstete digitale Titrator gestattet eine automatische Durchführung der Messung unter Berücksichtigung von Kinetikparametern in Form konstanter Wartezeiten zwischen Reagenzugabe in äquidistanten Volumenschritten und nachfolgender Meßwertübernahme. Während der Messung übergibt er an die Interface-Hardware der PDP11/40 binäre Steuersignale (Start, Meßwertübernahme, Stop) zur Abspeicherung der binären Meßwerte (Reagenzvolumen und Spannungsdifferenz) des Titrationsverlaufs.

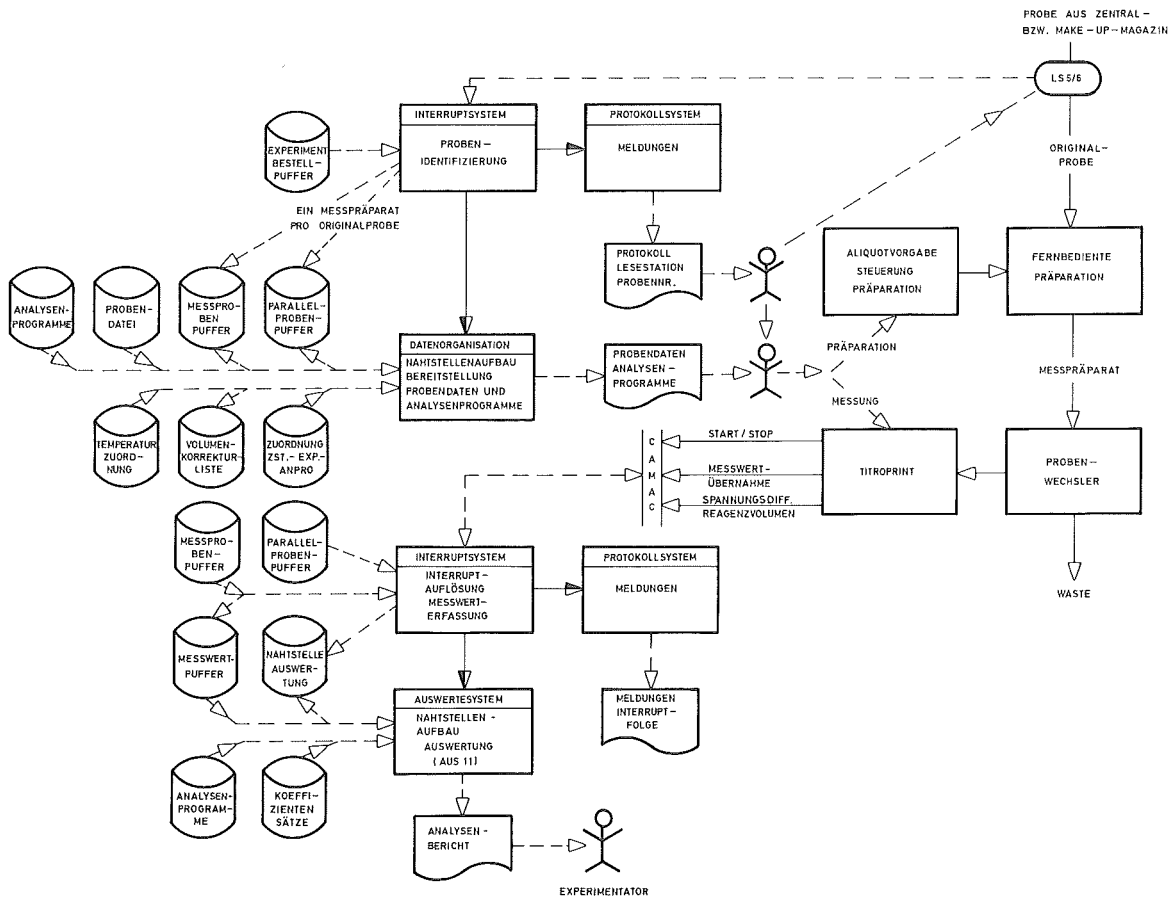


Abbildung 92: Ablauffolge der Datenverarbeitungsoperationen bei der Titration

Die Eingriffe des Experimentators beschränken sich auf wenige Operationen wie (Abbildung 92):

- Zuführung der Originalprobe zur Lesestation,
- Vorgabe der Aliquotvolumina,
- Start des programmiert gesteuerten Analysenstandes und Start der Meßwertaufnahme,
- Beurteilung der Meßergebnisse anhand des Analysenberichtes.

Identifizierung der Originalprobe und Meßpräparate, Bereitstellung der Probandaten und Analysenprogramme, Meßwerterfassung und deren Auswertung sind in die Datenverarbeitung integriert.

Die Konzeption der Auswertesoftware berücksichtigt sowohl prozeßbedingte Gegebenheiten als auch Besonderheiten der Analytik bezüglich der vorkommenden Titrationsarten.

Hier werden acidimetrische Titrationen (U,  $\text{HNO}_3$ ) und komplexometrische Titrationen (Th) ausgewertet. Entsprechend unterscheidet die Auswertung zwischen drei Titrationstypen:

- Einfachtitration (Typ 1) zur Konzentrationsermittlung einer Komponente (freie Säure oder Th) in der Probe,
- Doppeltitration (Typ 2), bei der die Konzentration von U in einer sequentiellen Doppeltitration nach der Oxalatsmethode ermittelt wird,
- Doppeltitration (Typ 3) zur Konzentrationsermittlung von  $\text{HNO}_3$  und U aus einer Doppeltitration entsprechend Typ 2.

Der Titrationstyp ist Bestandteil der Analysenprogrammdatei.

Die Auswertesoftware ist gegliedert in die Hauptmodule Einzelauswertung zur Auswertung der Meßwerte beliebiger Einzelproben und Gruppenauswertung, deren Aufgabe es ist, eine zusammenfassende Auswertung der Einzelergebnisse aus einer Zapfstelle und Charge durchzuführen.



Inhalte der Einzelauswertung sind numerische Verfahren zur

- Berechnung des bis zum Endpunkt verbrauchten Reagenzvolumens,
- Berechnung der Konzentrationen der auszuwertenden Komponenten sowie bei Schwermetallen deren Masse pro Behälter und Charge einschließlich der Ausgabe eines Analysenberichtes.

Der Gruppenauswertung obliegt die

- Mittelwertbildung und Qualitätskontrolle der titrimetrisch bestimmten Konzentrationen und Massen wie auch,
- Mittelwertbildung der in-line ermittelten Konzentrationen als redundante Information für den Experimentator sowie
- Ausgabe eines Gruppenprotokolls.

# TITRATIONSprotokoll vom 6. 5.81

## EXPERIMENT-PARAMETER:

ZN	CHARGE	ZDAT	ANPRO	AV [ML]	REAG	KOREAG [M] F	KOX [ML]	0.1M HNO3 [ML] F	0.1M FECL3 [ML] F	BVOL [L]	TEMPERATUR TLAB TBOX TBEH
H101	5	25.08.80	1109	0.5	NAOH	0.20 1.000	1.00			8.70	23.0 25.0 30.5

## ERGEBNISSE DOPPELTITRATION:

FN	PP	V1 [ML]	V2 [ML]	FR. SAEURE [MOL/L] OFF-LINE	URANGEHALT [MOL/L] IN-LINE	URANGEHALT [MOL/L] OFF-LINE	<-----[G/L] --(OFF-LINE)--[KG/CHA]-> 235 236.5 238 BASIS 238.0
00100648	1	2.182	3.879	0.8717E+00	0.1560E+01	0.7749E+00	181.059 182.214 183.370 1.5953
00100648	2	2.077	3.982	0.8300E+00	0.1560E+01	0.7954E+00	185.850 187.036 188.222 1.6375
00100648	3	2.178	3.886	0.8699E+00	0.1560E+01	0.7761E+00	181.344 182.502 183.659 1.5978
MITTELWERT:				0.8572E+00	0.1560E+01	0.7822E+00	182.751 183.917 185.084 1.6102
STAT. TOL. D. MITTELW. IN %				6.65		2.43	2.43
REL. STREUUNG D. EINZELW. %				2.75		1.47	1.47

## BEMERKUNGEN:

ALLE KONZENTRATIONSANGABEN SIND AUF 20 GRD CELSIUS BEZOGEN.

### TESTERGEBNIS 1. TITRATION:

STANDARDABW. DER MESSAPP. WIRD MIT 95% SICHERH. EINGEHALTEN.  
KEIN AUSREISSER ERKANNT.

### TESTERGEBNIS 2. TITRATION:

STANDARDABW. DER MESSAPP. WIRD MIT 95% SICHERH. EINGEHALTEN.  
KEIN AUSREISSER ERKANNT.

Abbildung 93: Analysenbericht der Titration

## 7.4 Experimente der kernphysikalischen Analytik

### 7.4.1 Probenvorbereitung (Ionisationsmessung)

Aufgaben der Probenvorbereitung für die kernphysikalischen Analytik sind:

- Beseitigung von Oberflächenkontamination der aus dem Prozeß gelieferten Proben, um Meßwertverfälschungen bei der Bestimmung der Gesamt- und Einzelnuclidaktivität zu vermeiden sowie
- Reduzierung der Aktivität dieser Proben auf Werte, die eine Handhabung dieser Proben im Labor ermöglichen.

Die Oberflächenkontamination der Originalproben wird durch Umfüllen der Probenflüssigkeit in kontaminationsfreie Flaschen beseitigt. Zur Reduzierung der Aktivität werden im 2. Schritt aus den Umfüllproben Verdünnungsproben hergestellt.

Umfüllung und Verdünnung werden fernbedient in Box 3 (Abbildung 2) an einer eigens hierfür konstruierten Apparatur durchgeführt /28/, die im wesentlichen aus folgenden Baugruppen besteht:

- Pipetiereinrichtung mit Wechselnadel zur kontaminationsfreien Umfüllung und Verdünnung,
- Schleusenstopfen zur Ausschleusung von Umfüll- und Verdünnungsproben in das Labor sowie
- Ionisationskammer und Plastikszintillator zur Bestimmung der Dosisleistung von Umfüllproben.

Nach dem Umfüllen von Prozeßproben wird die Dosisleistung der Umfüllproben durch Ionisationskammer- oder Plastikszintillatormessung bestimmt. Proben, die eine Aktivität von  $\leq 500 \mu\text{Ci}$  aufweisen, werden in das Labor ausgeschleust. Umfüllproben höherer Aktivität werden entweder in das Box-Magazin befördert oder nach ein- oder zweimaligem Verdünnen als Verdünnungsproben in das Labor ausgeschleust. In das Labor ausgeschleuste Umfüll- oder Verdünnungsproben werden dort zwischengelagert.

Registrierung von Umfüll- und Verdünnungsproben, Bereitstellung und Verwaltung von Probandaten und Verdünnungsvorschriften (Analysenprogrammdateien) sowie Erfassung und Auswertung von Meßdaten der Ionisationskammer sind in die Datenverarbeitung integriert (Abbildung 94).

Nach der Identifizierung der aus dem Zentralmagazin gelieferten Prozeßproben (Lesestation 18) werden durch die Datenorganisation die zugehörigen Probandaten bezüglich Temperatur und des Erwartungswertes der Aktivität (Zapfstellen-Koeffizienten) modifiziert und protokolliert. Während der Umfüllung werden der registrierten Umfüllprobe (Lesestation 19) die Daten der Originalprobe zugeordnet und anschließend die Analysenprogrammdateien zur Information des Anwenders über die Probenverdünnung ausgegeben. Nach der Zuführung der Umfüllprobe zur Ionisationskammer und manuellem Start der Messung folgen automatische Erfassung und Auswertung der Meßdaten. Die Auswertung umfaßt die Berechnung der Probenaktivität, deren Grenzwertkontrolle bezüglich der zulässigen Werte sowie die Vorgabe eines Aliquotierungsvorschlages für die Gross-Beta-Messung.

Unterschreitet die Probenaktivität den zulässigen Grenzwert, werden die Probandaten bezüglich der kernphysikalischen Angaben (Probenaktivität und Aliquot für Gross-Beta-Proben) ergänzt und die Umfüllprobe in das Labor ausgeschleust, anderenfalls wird die Umfüllprobe anhand der Analysenprogrammdateien verdünnt. In diesem Falle wird nach Registrierung der Verdünnungsflasche (Lesestation 21) die Auswertung erneut aktiviert, wobei entsprechend der Analysenprogrammdateien die endgültigen Werte für Aktivität, Verdünnungsfaktor und Gross-Beta-Aliquot berechnet, protokolliert und in den Probandaten der Verdünnungsprobe abgespeichert werden.

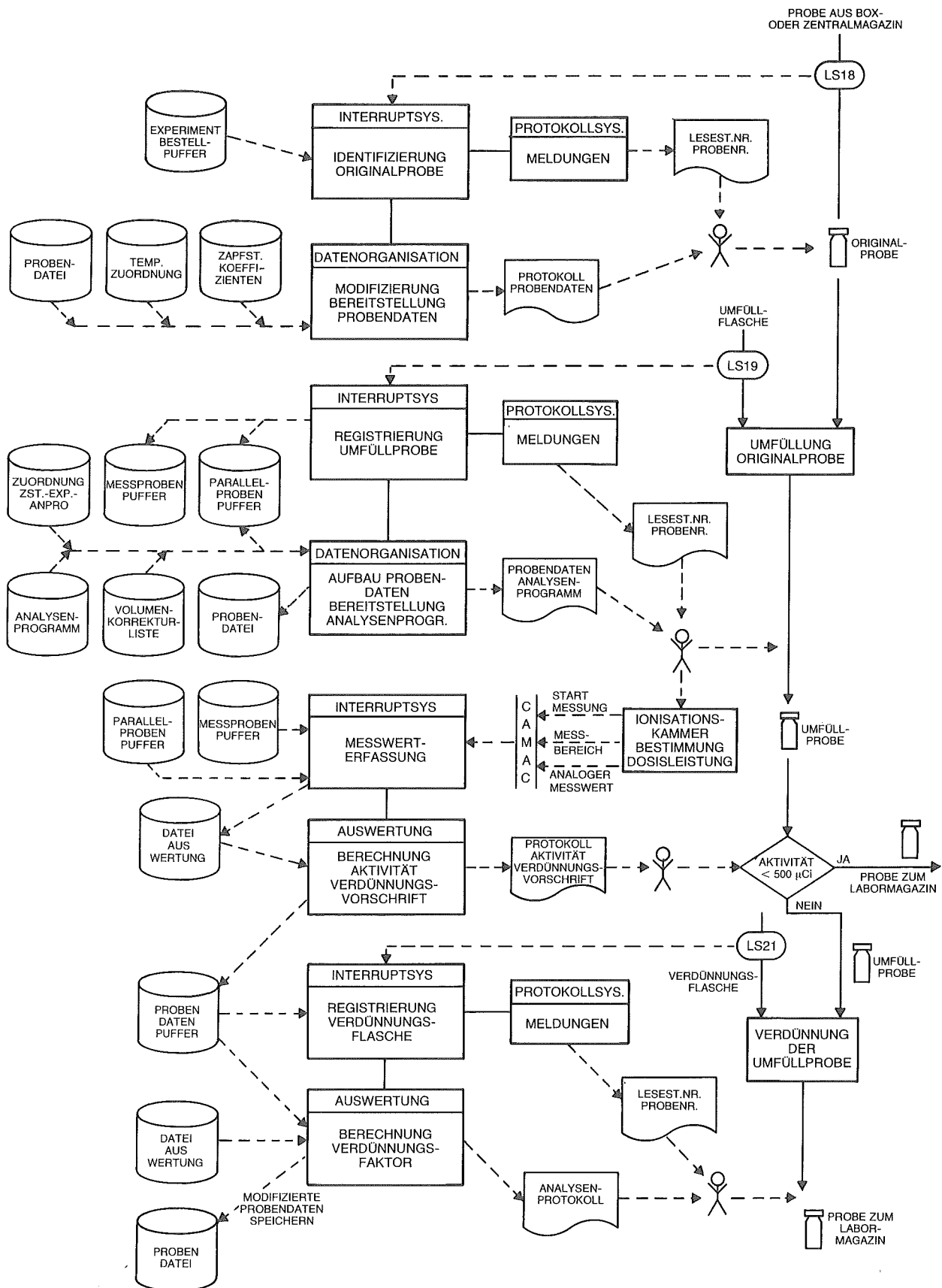


Abbildung 94: Probenvorbereitung kernphysikalische Analytik

#### 7.4.2 Kernstrahlungsmeßmethoden

Bei den Experimenten der kernphysikalischen Analytik handelt es sich um die Kernstrahlungsmeßmethoden Gross- $\beta$ -Messung (GBM), Gross- $\alpha$ -Messung (GGM) und  $\alpha$ -Spektrometrie (GSP). Diese Experimente werden zur Bestimmung von Gesamt- und Einzelnuklidradioaktivität in den Prozeßströmen der Wiederaufarbeitung anhand repräsentativer Proben herangezogen. Nach Korrelation mit Meßwerten der chemischen Analytik dienen diese Daten zur Ermittlung der durch die Solventextraktion erreichten Dekontaminationsfaktoren.

Gegenwärtig werden diese Experimente bezüglich Meßwerterfassung off-line betrieben. Deren Unterstützung durch das zentrale Datenverarbeitungssystem beschränkt sich auf (Abbildung 6)

- Probenregistrierung, Magazinierung und Probenbestellung,
- Vorgabe von Analysenprogrammdateien bei der Präparation einschließlich Meßpräparateregistrierung sowie
- dialogunterstützte Eingabe von Meßdaten, deren Auswertung und Ausgabe von Analysenberichten.

##### 7.4.2.1 Gamma-Spektrometrie (GSP)

Die  $\alpha$ -Spektrometrie wird zur Bestimmung der  $\alpha$ -Aktivität von Einzelnukliden (hier max. 9) in flüssigen Prozeßproben eingesetzt. Insgesamt gehören zu diesem Experiment 3 Meßplätze mit Ge- (Li-) Detektoren, von denen einer für hochaktive Proben in Box 1 (siehe Abb. 2) und zwei für niedrigaktive, verdünnte Proben im Labor (Raum 27) untergebracht sind.

Der Box-Meßplatz verfügt über einen fernbedienten Kollimator mit mehreren aktivitätszugeordneten Meßpositionen. Jedem Labormeßplatz ist ein ferngesteuerter Probenwechsler mit zwei Meßpositionen bezüglich der Detektorentfernung zugeordnet.

Die Hardware-Konzeption umfaßt einen CANBERRA Vielkanalanalysator (CI 8605 mit Erweiterungshardware) zur Datenaufnahme, der mit dem experimentzugeordneten Prozeßrechner PDP11/34 zur Datenauswertung und Experimentsteuerung über eine bitserielle Verbindung gekoppelt ist.

#### 7.4.2.2 Gross-Gamma-Messung (GGM)

Dieses Experiment dient zur Bestimmung der Gesamt-Aktivität von Prozeßproben. Es ist mit einem Probenwechsler für 50 Proben und 2 Detektoren (NaJ-Kristallen) ausgerüstet, von denen einem ein Kollimator zur Messung von Proben höherer Aktivität zugeordnet ist. Datenerfassungs- und Probenwechslersteuerungs-Elektronik sind in NIM-Crates untergebracht.

Der Probenwechsler wird abwechselnd mit zwei Standard-Parallelprobensätzen (Cs-137) unterschiedlicher spezifischer Aktivität pro Satz und mehreren Parallelprobensätzen der Prozeßlösungen bestückt.

Anhand der ersten Parallelprobensätze mit Standardlösung jeder Probenwechslerfüllung erfolgt nach Aufnahme der Null-effektmessung (Konstante in der Datei für experimentspezifische Koeffizienten) die Eichung der Detektoren. Alle übrigen eingeschobenen Standardproben dienen der Kontrolle der Meßapparatur bezüglich Standardabweichung sowie zur Nachführung von Koeffizienten der Eichfunktionen.

Die Auswertung der Meßdaten erfolgt off-line am Zentralrechner PDP11/40 durch codewortunterstützte Eingabe.

#### 7.4.2.3 Gross-Beta-Messung (GBM)

Zur Bestimmung der Gesamt-Beta-Aktivität von Prozeßproben wird das Liquid-Scintillations-Spektrometer TRI-CARB, Fa. Packard eingesetzt. Dieses Meßgerät ist mit 3 Probenmagazinen für jeweils 50 Proben und einem autarken Rechner zur Experimentsteuerung und Datenvorauswertung ausgerüstet.

## 8. DOKUMENTATION

Das Laborautomatisierungssystem "RADAR" ist anhand zusammenfassender Darstellungen des Gesamtsystems sowie einer Reihe detaillierter Dokumentationen einzelner Teilsysteme beschrieben.

Zusammenfassende Darstellungen des Gesamtsystems sind im vorliegenden Bericht sowie im Bericht JÜL-1633 enthalten.

Im Bericht JÜL-1633 werden schwerpunktmäßig Auswerteverfahren für in-line Messungen und Experimente der chemischen Analytik behandelt.

Abbildung 95 stellt die Struktur der Dokumentation dar, die generell in Hardware- und Softwaredokumentation gegliedert ist.

Die Hardwaredokumentation umfaßt die Teilbereiche Rechnerhardware mit Manuals der Herstellerfirma Digital Equipment über Zentraleinheit und periphere Geräte sowie die Unterlagen über Experiment- und Interface-Hardware.

Für den Front-End-Rechner PDP11/10 und dem Zentralrechner PDP11/40 ist eine Dokumentation der Experiment- und Interface-Hardware erstellt worden, die jeweils in zusammenfassende Anschlußpläne und Unterlagen über geschlossene Hardwaresysteme wie Experimente, Magazine, Probenidentifizierungssysteme usw. gegliedert ist.

Unterlagen geschlossener Hardwaresysteme umfassen Funktionsbeschreibungen, Bedienungsanleitungen und Schaltpläne der eingesetzten Analysen- und Präparationsgeräte sowie Spezifikationsunterlagen, Datenblätter und Anschlußpläne der NIM- und CAMAC-Module.



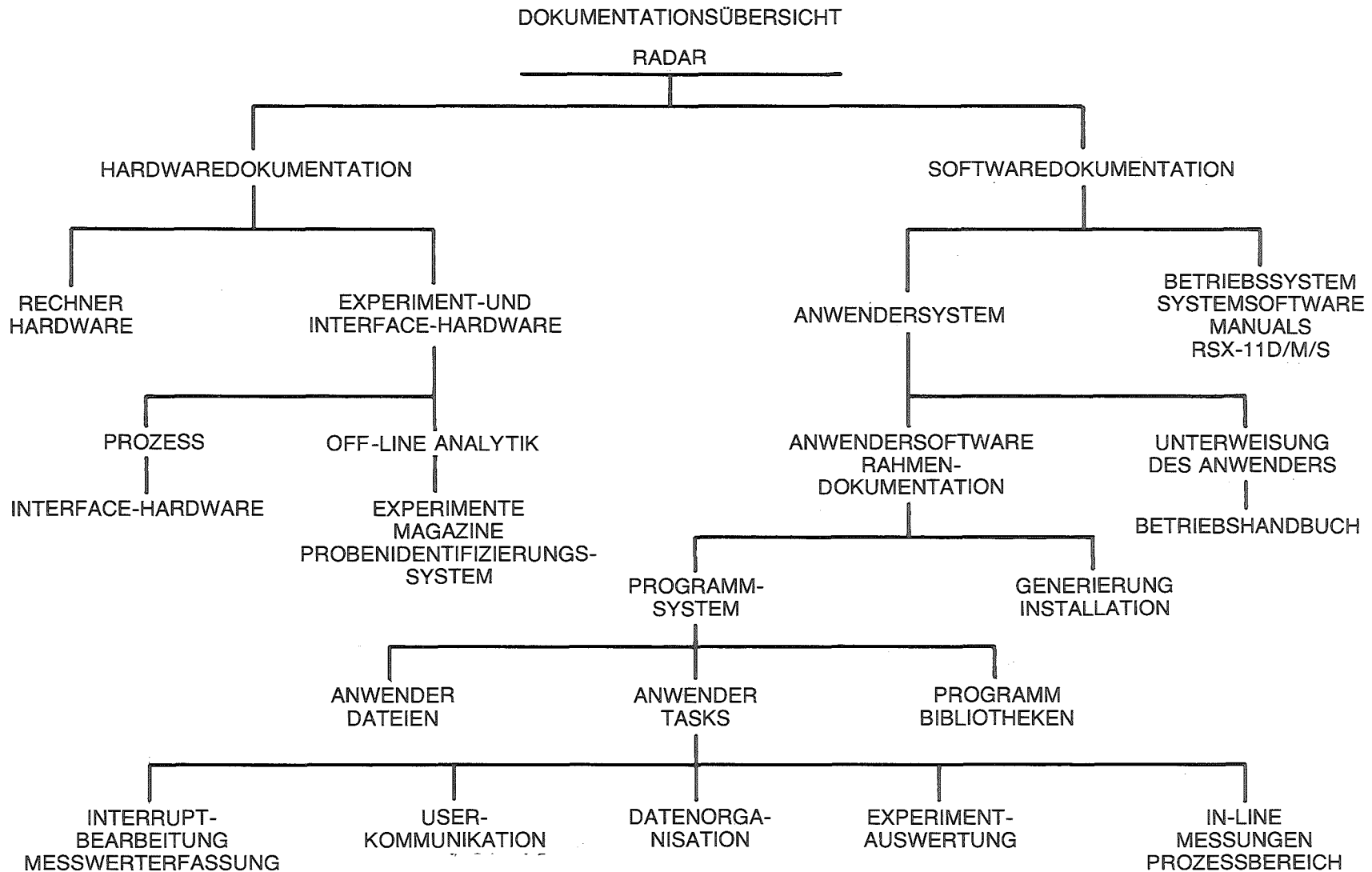


Abbildung 95: Dokumentationsstruktur, Laborautomatisierungssystem RADAR

Zur Softwaredokumentation gehören Beschreibungen der eingesetzten Betriebssysteme sowie eine umfangreiche, in mehreren Ebenen gestufte Dokumentation des Anwendersystems.

Die eingesetzten Betriebssysteme RSX-11D, RSX-11M und RSX-11S, die Netzwerksoftware DECNET sowie die erforderlichen Device-Handler sind in den Manuals der Lieferfirma Digital Equipment beschrieben.

Beschreibungen des Anwendersystems gliedern sich in die Bereiche Anwenderunterweisung und Dokumentation der Anwendersoftware. Zur Unterweisung des Anwenders für die Benutzung des Systems wurde ein Betriebshandbuch /22/ erstellt, in dem in verständlicher Form der erforderliche Formalismus zum Aufbau der Anwenderdateien und der Bedienung des Systems im Routinebetrieb erläutert wird.

Die Dokumentation der Anwendersoftware umfaßt eine Rahmen-dokumentation /29/ über die Struktur und den Aufbau des Systems, Beschreibungen des Programmsystems sowie Unterlagen zur Generierung und Installation des Anwendersystems.

Unterlagen zur Generierung und Installation des Anwendersystems enthalten "Commando-File" und "Job-Streams" zum Aufbau des Anwendersystems mittels automatischer sequentieller Ausführung (Batch Processing).

Das Programmsystem ist in Form von Quellprogrammen und deren Beschreibungen dokumentiert. Jedes Quellprogramm besitzt einen einheitlich strukturierten Programmkopf, in dem neben einer Kurzbeschreibung Programmtyp (Haupt-, Unterprogramm bzw. Anwenderdatei), Teilsystem sowie Versorgung und Ausgangsparameter definiert sind. Programmbeschreibungen sind einheitlich anhand von Formblättern für Anwendertasks, Unterprogramme bzw. Common-Bereiche abgefaßt und enthalten jeweils eine

- Programmübersicht mit Definitionen der Schnittstellen, Attributen, Optionen und der Overlay-Struktur bei Tasks oder der Versorgungs- und Ausgangsparameter bei Unterprogrammen,
- Funktions- und detaillierte Ablaufbeschreibungen sowie
- Ablaufdiagrammen mit normierter Darstellung des Programmablaufs.

Die Dokumentation des Programmsystems (Quellprogramme und Programmbeschreibungen) ist aus Gründen der Übersichtlichkeit in die Teilbereiche Anwenderdateien, Anwendertasks und Programmbibliotheken gegliedert, wobei die Anwendertasks wiederum in einzelne Teilsysteme (Abbildung 95) aufgeteilt sind. Die Unterlagen sind in ihrer Gesamtheit in Anlagennähe untergebracht.

## 9. PROJEKTABWICKLUNG

Die Entwicklungsarbeiten zur Realisierung des Laborautomatisierungssystems RADAR teilen sich schwerpunktmäßig in die Fachbereiche Analytik sowie Datenverarbeitung - Elektronik.

Der Analytik oblagen die Entwicklung von in-line Messungen und off-line Analysenverfahren sowie Methoden der Fernbedienungstechnologie zur Handhabung radioaktiver Substanzen. Diese anwendungsorientierten Bereiche werden hauptsächlich vom Anwender, dem ICT, in Zusammenarbeit mit dem ZAT abgehandelt.

Entwurf und Realisierung des Anwendersystems einschließlich der Interface- und Rechnerhardware sowie Entwicklung und Implementierung von Auswerteverfahren für Experimente der off-line Analytik oblagen der Datenverarbeitung und nuklearen Elektronik. Diese Arbeiten wurden schwerpunktmäßig vom ZEL durchgeführt.

Wichtige Voraussetzung für ein erfolgreiches Zusammenwirken aller Anlagenkomponenten war eine enge kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen Anwendern und Datenverarbeitern während der gesamten Projektdauer.

Die Erstellung des Datenverarbeitungssystems erfolgte in den Phasen (Abbildung 96) Problemanalyse, Systementwurf, Systemerstellung und Implementierung, Inbetriebnahme sowie Systemerprobung.

### 9.1 Problemanalyse

Bei Projektbeginn wurde im Jahre 1974 von der Fa. Compac in Zusammenarbeit mit dem ZEL und den Anwendern des ICT eine Systemstudie über Einsatzbereiche eines "Hierarchischen Rechnersystems" als Bestandteil der Analytik des Projektes JUPITER zur Wiederaufarbeitung von HTR-Brennelementen erstellt.

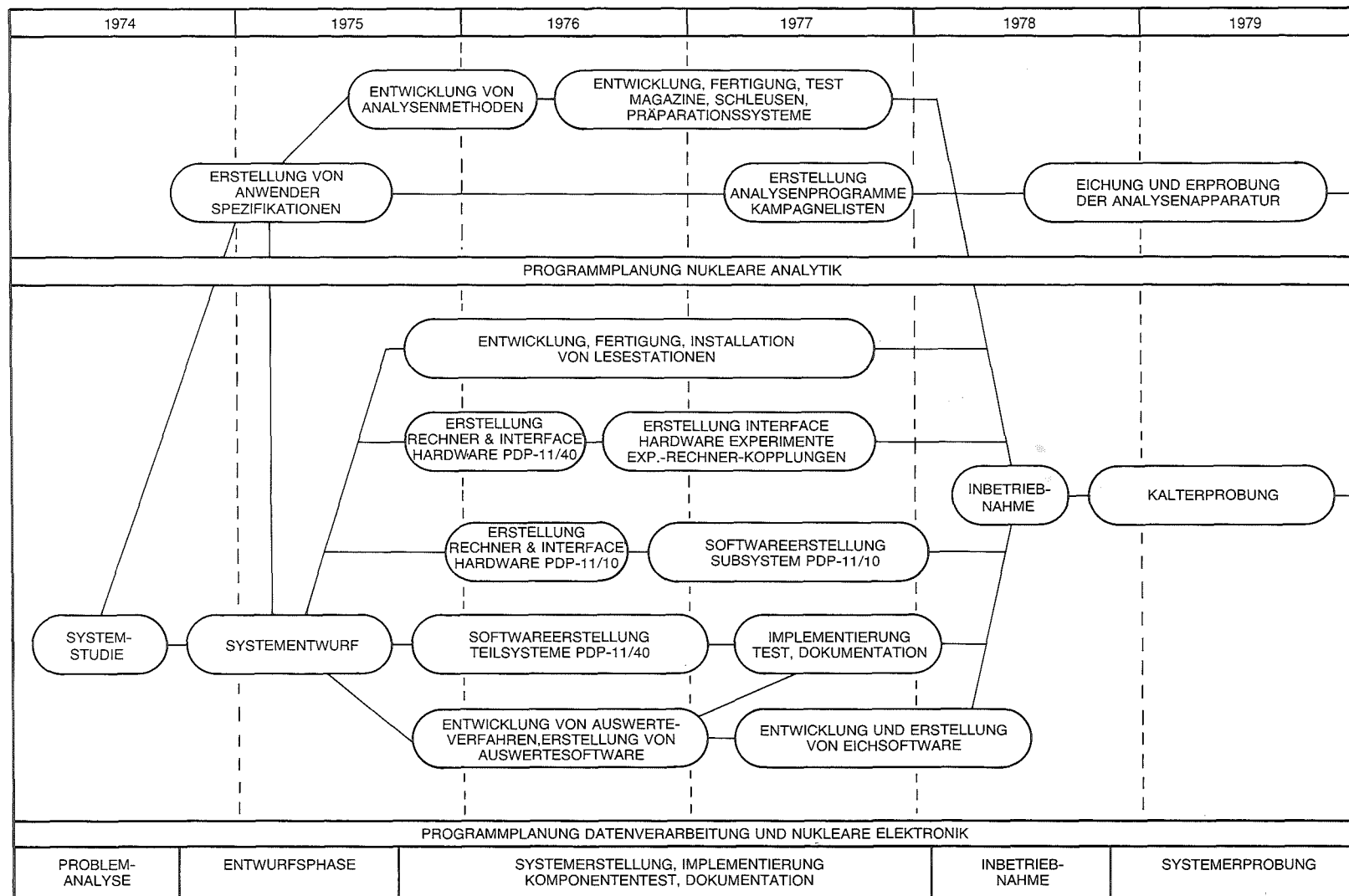


Abbildung 96: Netzplan Projektabwicklung

Inhalte der Systemstudie waren Problemanalyse, Realisierungsvorschläge in Grobstruktur sowie eine Termin- und Kapazitätsabschätzung. Ausgehend von der Problemstellung (der Zielsetzung des JUPITER-Projekts und der Aufgabe der Analytik) wurde in der Problemanalyse eine Systembeschreibung der Analytik wiedergegeben. Systemfunktionen und Leistungsparameter wurden formuliert. Hierzu gehörten Struktur und Organisation des Analytikbetriebs wie Probenmagazinierung, Probenverteilung und deren Handhabung sowie Beschreibungen einzelner Experimente mit zugehörigen Präparationseinrichtungen. Die Realisierungsvorschläge umfaßten eine Grobstruktur der Hardware-Konfiguration und des Anwenderprogrammsystems. Deren Auslegung orientierte sich an den Leistungsparametern Probendurchsatz und den Schätzwerten für anfallende Datenraten.

Diese Analyse führte zu einer Grobabschätzung des Personalbedarfs und der Projektdauer, die sich nach Projektausführung als brauchbar erwies.

Von den technischen Festlegungen erwiesen sich bei Projektende ca. 60 % als noch zutreffend. Andererseits waren aber auch Ergänzungen in beträchtlichem Ausmaß nötig (ca. 30 % des Gesamtaufwandes).

Der Zeitraum der Analyse betrug ca. 3 Monate bei einem kontinuierlichen Personaleinsatz von 4 Mitarbeitern.

## 9.2 Systementwurf

Anfang 1975 begannen die Arbeiten am Systementwurf.

Ausgehend von der Systemstudie wurden in enger Zusammenarbeit mit den Anwendern die Systemanforderungen erarbeitet, die in Form von Ablaufbeschreibungen und Blockdiagrammen den Sollzustand des Anwendersystems definierten.

Die Anwender wurden aufgefordert, über folgende Bereiche detaillierte Anwenderspezifikationen zu erstellen:

- Umfang und Inhalt der Prozeß- und Kampagnedaten sowie Experimentdaten,
- Methoden der Materialbilanzierung,
- Auswerteverfahren für Experimente der off-line Analytik,
- Definition der Eingaben und Protokollentwürfe für die Mensch-Maschinen-Kommunikation.

Bedingt durch die mangelnde Erfahrung in der Prozeßführung und der Analytik der Wiederaufarbeitung von HTR-Brennelementen, der Vielzahl von Prozeßvarianten und den vorgesehenen Experimentierbetrieb konnten über den Kampagnenablauf (effektiver Probendurchsatz, Anzahl der Chargen) speziell über die Bereiche Materialbilanzierung und komplexe Auswerteverfahren einiger Experimente keine detaillierten Anwenderspezifikationen erstellt werden.

Nicht eindeutig festgelegter Experimentierbetrieb sowie erfahrungsbedingter Wandel der Struktur des Analytikbetriebs mußten im Systementwurf berücksichtigt werden.

Dies führte zur Festlegung zweier Ausbaustufen für das Laborautomatisierungssystem. In der 1. Ausbaustufe wurde die Grundversion eines flexiblen, ausbaufähigen, an die variablen Anforderungen des Experimentierbetriebs angepaßten Datenverarbeitungssystems (siehe Abschnitt 3) erstellt. Dieses System sollte in der 2. Ausbaustufe entsprechend dem Entwicklungsstand der Experimente und des chemischen

Prozeßteils sowie den Erfahrungen in der Analytikorganisation und dem Echtzeitverhalten des Rechnersystems ausgebaut werden.

Spezifikation, Entwicklung von Auswerteverfahren und Erstellung von Auswertesoftware einiger komplexer Experimente einschließlich der Geräteoptimierung und -kalibrierung speziell im Bereich der chemischen Analytik wurden vom Fachpersonal des Softwareteams übernommen.

In Abhängigkeit der Terminentwicklung des JUPITER-Projekts wurde beschlossen, diese Experimente stufenweise in die 1. Ausbaustufe zu integrieren.

Ausgehend vom Sollzustand des Anwendersystems und den Anwenderspezifikationen wurde in Zusammenarbeit mit den Anwendern ein Systementwurf erstellt, der beide Ausbaustufen entsprechend dem Systemkonzept (siehe Abschnitt 3) mit Ausnahme der Materialbilanzierung umfaßt. Der von den Anwendern im Mai 1975 genehmigte Systementwurf enthält die

- Definition der Teilsysteme des Zentralsystems PDP-11/40 (Bedienung, Interrupt- und Meßwerterfassung, Datenorganisation, Auswertung) und des Satellitensystems PDP-11/10 für in-line Messungen und Probenregistrierung, weiter die
- Dateienstruktur einschließlich Teilsystem-Nahtstellen sowie
- Teilsystembeschreibungen in Form von Ablauf- und Blockdiagrammen.

Anhand des Systementwurfs wurde eine Aufwandsabschätzung zur Erstellung der Anwendersoftware für Zwecke der Termin- und Kapazitätsplanung erstellt.

Die Aufwandsabschätzung ergab einen Kapazitätsbedarf für die Realisierung des Anwendersystems beider Ausbaustufen von ca. 17 Mannjahren, woraus bei einer mittleren Besetzung des Softwareteams von 4,5 Mann eine Projektdauer von 3,5 Jahren resultierte.



### 9.3 Systemerstellung und Inbetriebnahme

Gegenüber dem Systementwurf ist im Laufe der Systemerstellung bedingt durch Verschiebungen der Stichtermine des JUPITER-Projekts 30 - 40 % des Leistungsumfangs der 2. Ausbaustufe in die 1. Ausbaustufe verlegt worden. Hierbei handelt es sich schwerpunktmäßig um die Systemkomponenten:

- on-line Anschluß der Experimente Titration, Gaschromatographie, Röntgenfluoreszenzanalyse und Ionisationskammer an den Zentralrechner PDP-11/40 und Erstellung der erforderlichen Software für Präparation, Meßwerterfassung und Gerätesteuerung,
- Entwicklung qualitativ besserer Auswerteverfahren sowie im Systementwurf nicht berücksichtigter Eichverfahren für diese Experimente und Erstellung der Auswertesoftware,
- Erweiterungen des Bedienungssystems und der Datenorganisation bezüglich Flexibilität und Benutzerfreundlichkeit.

Der effektive Aufwand zur Erstellung der Anwender-Software, unterteilt in die Projektphasen Systementwurf, Systemerstellung und Inbetriebnahme, ist aus Tabelle 2 ersichtlich. In dieser Zusammenstellung sind Aufwandskorrekturen berücksichtigt, die durch Mehraufwand gegenüber dem Systementwurf bei Experimentanschlüssen, Tests, Geräteoptimierungen und teilweise Modifizierungen entstanden sind. Erfahrungen während der Systemerstellung haben gezeigt, daß solche anwenderorientierten Arbeiten eine notwendige Voraussetzung zur Entwicklung, Erstellung der Interface-Hardware und Software für die Erfassung und Auswertung von Meßdaten darstellen.

Detaillierte Netzpläne für die Erstellung und Inbetriebnahme des Anwendersystems, aufgeschlüsselt in Teilsysteme und Aktivitäten zur Erstellung einzelner Softwaremodule mit Vorgabezeiten und Fertigstellungsterminen, sind in den Abbildungen 97 und 98 enthalten.

TEILSYSTEM	A U F W A N D					ANTEIL AM
	Systementwurf (Manntage)	Systemerstel- lung (Manntage)	Inbetriebnahme (Manntage)	Summe pro Teilsystem		GESAMTSYSTEM (%)
				Manntage	Mannjahre	
Subsystem PDP-11/10	20	236	125	381	1,7	11,4
Interrupt- und Meßwert- erfassungssy- stem	90	464	88	642	3,0	19,2
Bedienungs- system	80	309	113	502	2,3	15
Datenorgani- sationssystem Projektkoordi- nierung	100	530	125	755	3,4	22,5
Auswertung kernphysikal. Analytik	80	338		418	2,0	12,5
Auswertung chemische Analytik	40	613		653	3,0	19,5
SUMME	410	2.490	451	3.351	15,4	
Anteil am Gesamtsystem (%)	12,2	74,3	13,5	100		

Tabelle 20: Aufwand der Anwendersoftware des erstellten Laborautomatisierungssystems RADAR

Der Personalaufwand während der Systemerstellung und Inbetriebnahme wurde von Mitarbeitern des Instituts für Chemische Technologie (1), des Zentrallabors für Elektronik (2) und einem Mitarbeiter des Ingenieurbüros für Technische und Wissenschaftliche Prozeßrechner-technik (3) abgedeckt, deren Tätigkeit sich wie folgt in drei eng verzahnte Gruppen gliederte:

Fachtechnische Gruppe: Dr. Brodda (1), Dr. Kirchner (1),  
Schädlich (1), Dr. Watzlawik (2)  
Softwaregruppe: Pütz (3), Brandenburg (2), Bürger (2),  
Heer (2), Schädlich (1), Dr. Watzlawik (2)  
Hardwaregruppe: Dr. Halling (2), Brandenburg (2),  
Dr. Brocke (2), Bürger (2), Jablonski\*, Radu\*\*, Dr. Watzlawik (2).

Während die fachtechnische Gruppe Anwenderspezifikationen, Fragen der Labororganisation und die Entwicklung von Analysen- und Auswerteverfahren bearbeitete, oblag der Software- und Hardwaregruppe die Erstellung des Anwendersystems.

Im Hardware- und Softwarebereich wurden eng umrissene Teilsysteme weitgehend selbständig unter Berücksichtigung definierter Nahtstellen von zuständigen Sachbearbeitern erstellt. Koordinierung und Terminplanung wurden von dem jeweiligen Gruppenverantwortlichen durchgeführt.

Während der 3,5 Jahre dauernden Projektphase betrug der mittlere ständige Personalbestand der Hardware- und Softwaregruppe 7,1 Mitarbeiter, wobei im Mittel auf Hardwarearbeiten 1,7 und Softwarearbeiten 5,4 Mitarbeiter entfielen.

---

\* Gastwissenschaftler des Institute for Nuclear Research,  
Warszawa (Polen)

\*\* Gastwissenschaftler des Institute for Nuclear Technology,  
Bukarest (Rumänien)

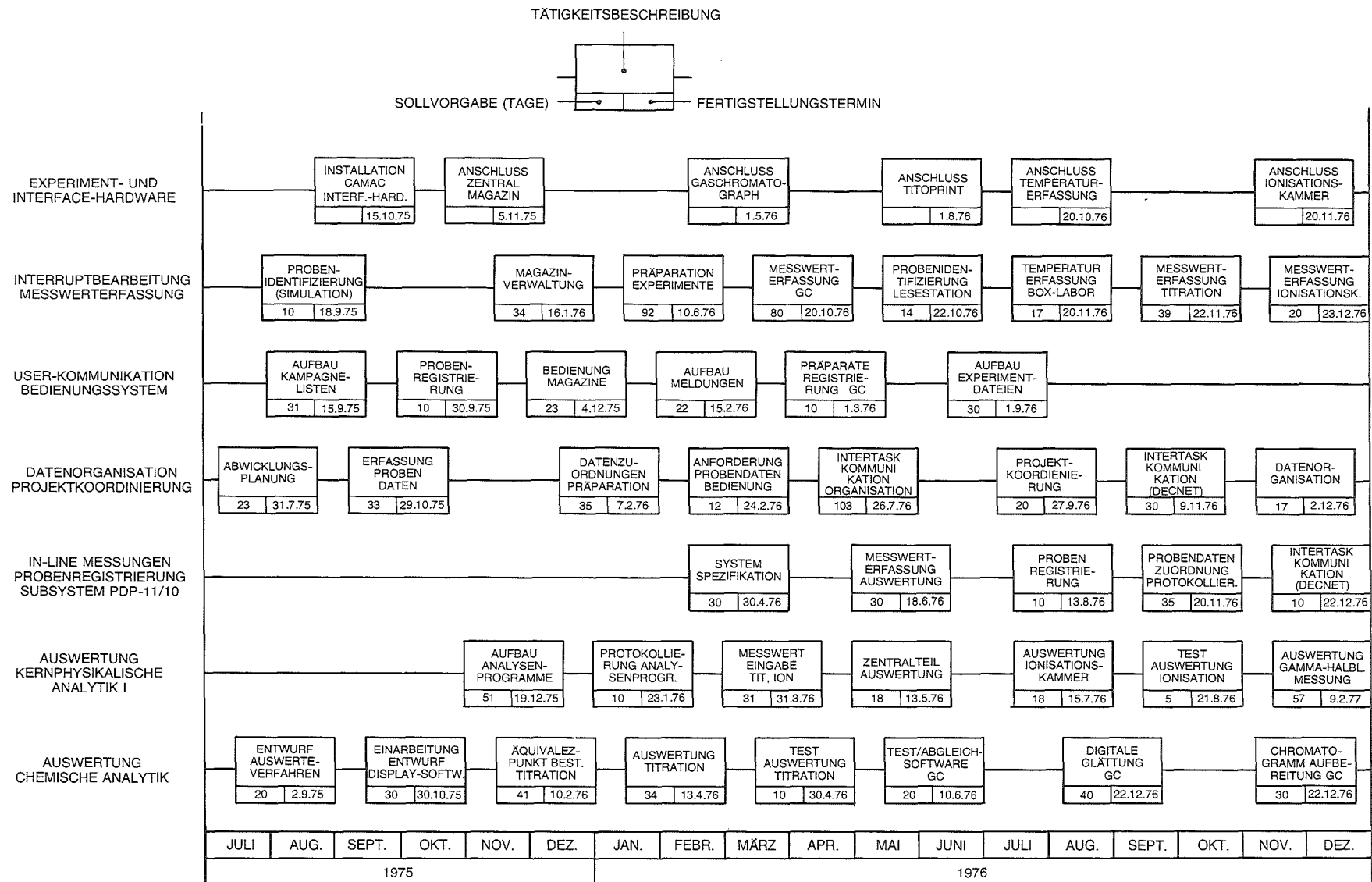


Abbildung 97: Netzplan für die Erstellung des Anwendersystems, Zeitraum 1975 bis 1976

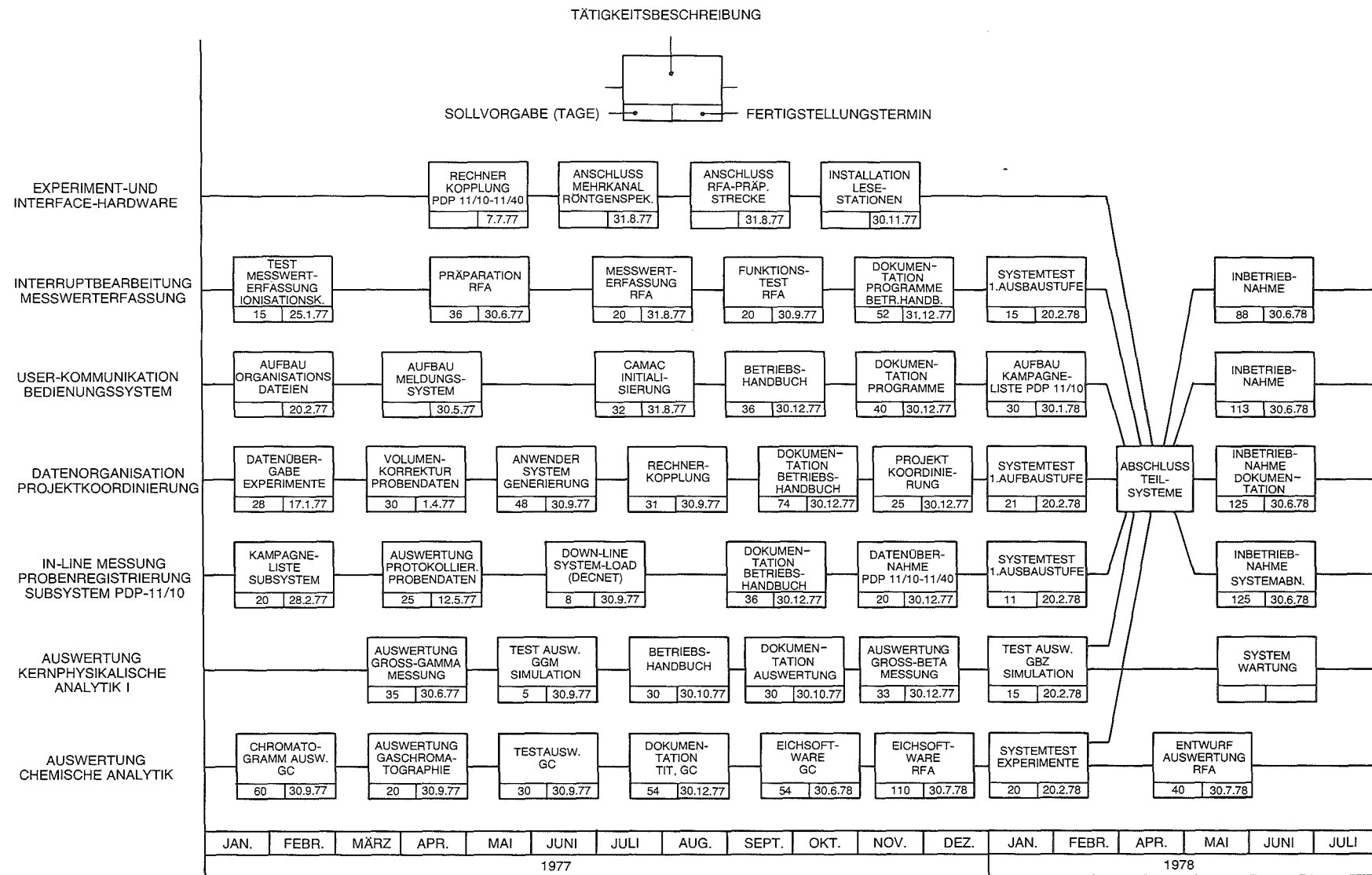


Abbildung 98: Netzplan für die Erstellung und Inbetriebnahme des Anwendersystems, Zeitraum 1977 bis 1978

Der Gesamtaufwand an Hardware und Anwendersoftware zur Erstellung des Datenverarbeitungssystems betrug ca. 20 Mannjahre (Tabelle 21) mit 76 % Software und 24 % Hardwareanteil.

SYSTEMBEREICH	AUFWAND (Mannjahre)	ANTEIL AM SYSTEM (%)
Anwendersoftware (Entwurf, Erstellung, Inbetriebnahme)	15,2	76
Interface-Hardware	4,8	24
SUMME	20	100
Manpower bei 80 % Verfügbarkeit	25	

Tabelle 21: Gesamtaufwand Datenverarbeitung und nukleare Elektronik zur Erstellung der Datenverarbeitung des Laborautomatisierungssystems RADAR

Der Aufwand zur Erstellung der Anwendersoftware umfaßt Systementwurf, Systemerstellung und Inbetriebnahme einschließlich teils umfangreicher anwenderorientierter Arbeiten, wie Entwicklung von Auswerte- und Eichverfahren sowie Geräteoptimierung und Kalibrierung. Demgegenüber umfaßt der Hardwareaufwand die Entwicklung und Erstellung der Rechner- und Experiment-Interface-Hardware (Schnittstelle zum Analytiklabor) ohne den Aufwand der Experiment-peripherie (Magazine, Schleusen, Analysenapparaturen und Präparationssysteme).

Der Umfang der Anwendersoftware ist in Tabelle 22 dargestellt. Insgesamt umfaßt das Anwendersystem einschließlich Testsoftware 242 Tasks, zu deren Realisierung 665 Quellprogramme erstellt wurden. Die Anzahl insgesamt programmierter Statements wurde aus der Speicherbelegung aller Quellprogramme und der mittleren Anzahl von Statements pro

TEILSYSTEM	TASKS	QUELL- PROGRAMME	STATEMENTS	
			absolut	relativ (%)
Subsystem PDP-11/10	1	10	924	1,5
Bedienungssystem	54	140	11606	19,2
Interrupt- und Meß- werterfassung	51	74	7364	12,2
Datenorganisation einschl. Testsoftware	71	127	8988	15
Auswertesystem einschl. Testsoftware	65	314	31472	52,2
S U M M E	242	665	60354	100

Tabelle 22: Umfang der Anwendersoftware des Laborautomatisierungssystems RADAR

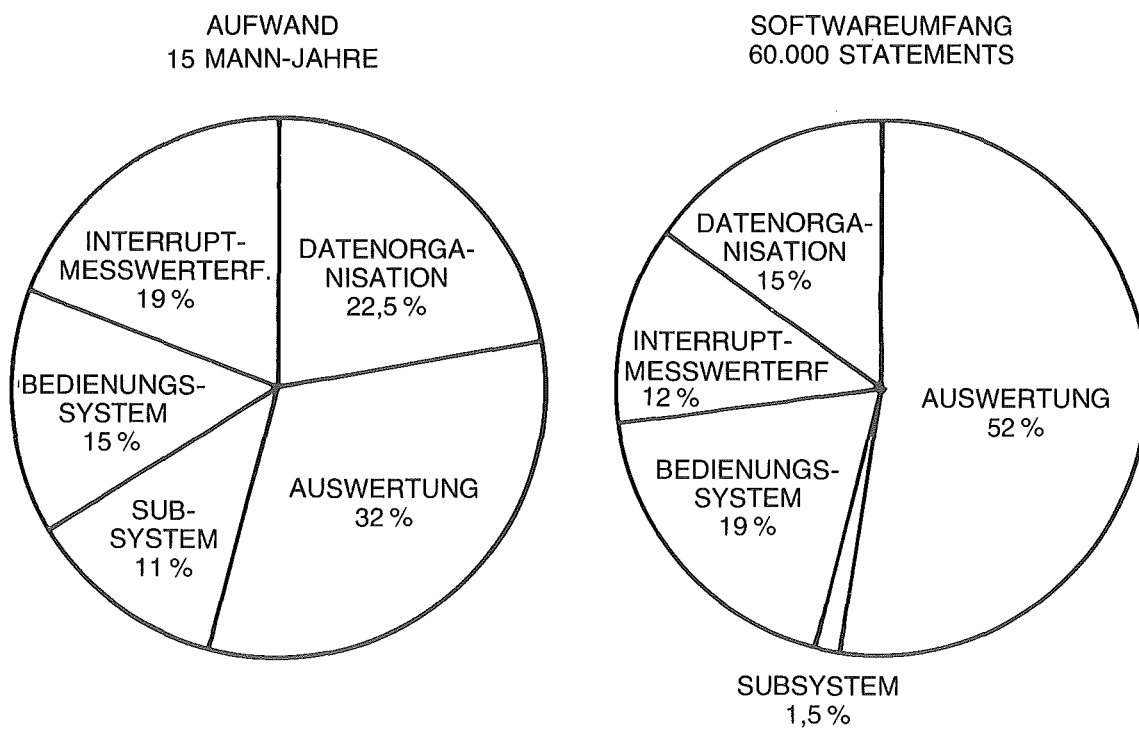


Abbildung 99: Vergleich Aufwand - Softwareumfang des Anwendersystems

Block (256 Festworte) 10 unterschiedlicher Quellprogramme abgeschätzt. Der Softwareumfang beträgt ca. 60.000 Statements. Typisch für Laborautomatisierungssysteme ist der hohe Anteil (52 %) der Auswertesoftware.

Softwaremodule zeitkritischer Operationen (Interruptbearbeitung und Meßwerterfassung) sind in maschinenorientierter Sprache (MACRO-Assembler) abgefaßt. Alle übrigen zeitunkritischen Teilbereiche der Anwendersoftware sind in der problemorientierten Sprache FORTRAN IV erstellt worden. Der Anteil der in MACRO-Assembler erstellten Software am gesamten Anwendersystem beträgt 12 %.

Aus dem Gesamtaufwand zur Erstellung der Anwendersoftware (Tabelle 20) ergibt sich eine mittlere Programmiererleistung von 18 Statements pro Tag einschließlich Entwurf, Test und Inbetriebnahme mit den dabei anfallenden Änderungen.

In der jetzigen Konfiguration verfügt das Doppelrechnersystem über 16 Anwenderterminals. Während des Echtzeit-Betriebs hat das Rechnersystem 172 Analogeingänge und 83 digitale Eingänge (24 serielle Eingänge, einen parallelen Eingang und 48 Einzelbiteingänge) sowie 131 digitale Einzelbitausgänge der Prozeß- und Experimentperipherie zu bearbeiten.

Die Interface-Hardware umfaßt 25 CAMAC- und 10 NIM-Module sowie 33 elektronische Geräte zum Anschluß der Lesestationen. Zur Bestückung der NIM-Module und der Elektronik der Lesestationen sowie zum on-line Anschluß der Analysengeräte wurden 173 Platinen (Europaformat) erstellt.



## 10. Testbetrieb

Das Laborautomatisierungssystem ist in der dargestellten Konfiguration seit der Inbetriebnahme Mitte 1978 in Testbetrieb. Der Testbetrieb erstreckt sich auf alle Teilsysteme des Datenverarbeitungssystems sowie die Kalterprobung der mit dem Zentralrechner on-line gekoppelten Experimente einschließlich der Probenmagazinierung und -verteilung.

Während der Systemerprobung wurden ca. 6.500 Analysen durchgeführt, die sich wie folgt auf die Experimente

- Gaschromatographie ca. 1000 Analysen,
- Titration ca. 500 Analysen und
- Röntgenfluoreszenzanalyse ca. 5000 Analysen

aufteilen, wobei durchschnittlich 15 Analysen pro Tag durchgeführt wurden. Diese Messungen dienten sowohl der Erprobung einzelner Experimente, als auch des funktionellen Zusammenwirkens des Gesamtsystems im Echtzeitbetrieb. Die Erprobung einzelner Experimente umfaßte die Arbeitsbereiche:

- on-line Funktionstest der Experimentperipherie (Präparationsstrecken und Analysenapparaturen) mit dem Datenverarbeitungssystem (Meßwerterfassung, Auswertung),
- Eichung der Analysenapparaturen und qualitative Bewertung der Analysenergebnisse,
- Erprobung und Optimierung der Analysenverfahren bezüglich der Präparationstechniken und der Analysendurchführung.

## 11. Vorhaben der 2. Ausbaustufe

In der 2. Ausbaustufe soll das Laborautomatisierungssystem entsprechend dem Systemkonzept in den Bereichen der in-line und off-line Analytik ausgebaut werden.

Bestandteil der 2. Ausbaustufe im Bereich der in-line Analytik sind:

- Erstellung eines Systems zur Behälterreichung und deren Nacheichung in den Kampagnepausen,
- Anschluß der in-line Instrumentierung an den Front-End-Rechner,
- on-line Grenzwertkontrolle an den Behältern des chemischen Prozeßteils, indem die in-line Meßwerterfassung durch Alarmsignale der an Behältern installierten Grenzwertschalter aktiviert wird und die augenblicklichen in-line Daten ermittelt.

Im Bereich der off-line Analytik umfaßt die 2. Ausbaustufe folgende Vorhaben:

- Dezentralisierung des DV-Systems durch Installation von experiment- bzw. aufgabenzugeordneten Rechnern mit dem Ziel einer signifikanten Verbesserung der Systemeigenschaften bezüglich Echtzeitbelastung, Vereinfachung des Anwendersystems und Verfügbarkeit,
- on-line Kopplung der Experimente der kernphysikalischen Analytik ( $\gamma$ -Spektrometrie, Gross- $\gamma$ - und Gross- $\beta$ -Messung) und Anpassung der Datenorganisation an den letzten Entwicklungsstand der Probenvorbereitung,
- Ausbau des Datenbasissystems zur zentralen Auswertung, Materialbilanzierung und Archivierung,
- Optimierung von Meß- und Auswerteverfahren,
- Entwicklung von Verfahren zur Qualitätskontrolle für Experimente der off-line Analytik,
- präventive Datensicherung, Fehlererkennung und -behandlung.

## 12. Betriebserfahrungen

Das rechnerunterstützte Laborautomatisierungssystem hat sich bezüglich seiner Aufgaben als geeignet erwiesen und sich, insgesamt gesehen, in der Kalterprobung bewährt. Dies gilt insbesondere für die rechnerunterstützte Analytikverwaltung.

Zur Handhabung des Datenverarbeitungssystems im Routinebetrieb sind keine signifikanten Datenverarbeitungskennntnisse erforderlich, so daß die Anwender die Bedienung des Systems eigenständig vornehmen können.

Die Zuverlässigkeit des Datenverarbeitungssystems bezüglich längerem Rechnerausfall oder einer Zerstörung der Anwenderdateien ist ausreichend.

Der Probendurchsatz dieser Anlage läßt sich bei kontinuierlichem Betrieb aller Experimente gegenüber dem Probendurchsatz im Testbetrieb noch erheblich steigern.

### Positive Aspekte:

Als besonders günstig hat sich das Konzept des Anwendersystems mit den Schwerpunkten

- zentrale Organisation der Laborverwaltung bezüglich Arbeitsvorbereitung und Routinebetrieb, sowie
- erweiterbare, hierarchisch gestufte Rechnerunterstützung einzelner Experimente in der Probenvorbereitung, Experimentsteuerung, Datenerfassung und Auswertung

herausgestellt.

Das System besitzt eine hohe Speicherkapazität und verfügt über umfangreiche Anwenderdateien, die sowohl zur eindeutigen Festlegung der Organisation des Gesamtsystems als auch zur Auftragsabwicklung wie Registrierung, Magazinierung und Verteilung von Proben, Meßdatenspeicherung und Auswertung herangezogen werden.

Mit dem Aufbau der Anwenderdateien legt der Anwender folgende Organisationsbereiche der Betriebsanalytik fest:

- Analytikorganisation, durch Zuordnung von Hardwarekomponenten zueinander (Experimente, Magazine, Lesestationen, Terminals) und Festlegung von Bearbeitungsfolgen während der Probenverteilung,
- Experimentablauf, durch Festlegung von Analysenprogrammdaten und Koeffizientensätzen der Auswertung,
- Probenverteilung, indem Proben aus jeder Zapfstelle Experimenten und den Experimenten Analysenprogrammdaten zugeordnet werden.

Anhand dieser Festlegungen, die auch während des Kampagneablaufs modifiziert werden können, erfolgt eine eindeutige Zuordnung von Proben zu deren Herkunft, Vorgeschichte (Zapfstelle, Probendaten) und deren Zielen (Experimente) sowie bei Experimenten eine Zuordnung von Proben zur Analysendurchführung (Präparationsart, auszuführende Analysen) und Auswerteverfahren.

Während des Routinebetriebs unterstützt das Datenverarbeitungssystem die gesamte Leistungskette der Analytik beginnend bei der Registrierung und Magazinierung von Proben über die Bearbeitung von Analysenaufträgen und der Probenverteilung bis zur Analysendurchführung einschließlich Präparation, Meßwerterfassung und Auswertung.

Diese rechnergeführte, dynamische Organisationsform führt zur Entlastung des Analytikers von arbeitsintensiven Routineaufgaben und bewirkt verfälschungssichere Datenzuordnungen sowie eine Reduktion umfangreicher Datenmengen auf eine überschaubare Menge relevanter Daten. Die Responsezeiten für Analysenergebnisse wurden reduziert, deren Zuverlässigkeit erhöht. Durch Einsatz spezieller, problemorientierter Auswerteverfahren und Einbeziehung der Qualitätskontrolle in die Auswertung, speziell jedoch durch rechnerunterstützte Eichung der Analysenapparaturen wurde

die Qualität der Analysenergebnisse gesteigert.

Das Anwendersystem ist mit einem dialogorientierten Berichtswesen in Form eines Bedienungs- und Protokollsystems ausgestattet.

Das Bedienungssystem wird durch Codewort-Eingaben aktiviert und ermöglicht dem Anwender, im interaktiv unterstützten Dialog den Aufbau und die Modifizierung der Anwenderdateien, manuelle Aktivierungen von Bearbeitungsprozessen sowie eine Übersicht über den aktuellen Zustand des Analytikbetriebs in Form von Informationsprotokollen zu erhalten.

Während des Ablaufs der rechnerunterstützten Bearbeitungsprozesse wird der Anwender durch Protokolle mit Statusmeldungen, Probandaten, Analysenprogrammen und Analysenberichten unterstützt.

Dialogfähigkeit des Systems, anwenderorientierte Protokollierung sowie effektive Unterstützung des Anwenders an den Mensch-Maschine-Schnittstellen, gestatten den komplexen Analytikbetrieb überschaubar abzuwickeln.

An den Zentralrechner on-line gekoppelte Experimente verfügen über Probenwechsler und teilweise Probenmagazine, so daß im begrenzten Umfang ein automatischer Experimentierbetrieb ohne Eingriff des Operators bezüglich Analysensteuerung, Meßwerterfassung und Probenwechsel durchgeführt werden kann.

Die eingesetzte Analysenapparatur und Experimenthardware ist funktionsfähig und ausreichend zuverlässig.

Die Lesestationen des Probenidentifizierungssystems haben sich sowohl bezüglich der fernbedienten Handhabung als auch der mechanischen Zuverlässigkeit bewährt. Bestrahlungsversuche ergaben eine gute Strahlenresistenz der optoelektro-

nischen Leseköpfe. Deren Lebensdauer wird durch mechanischen Abrieb während der Lesevorgänge, nicht durch Strahlenschäden bestimmt.

Im Bereich der Experimentauswertung konnte das Datenverarbeitungssystem, bedingt durch die Bereitstellung und schnelle Verarbeitung großer Datenmengen, zur Untersuchung von Analysenmethoden bezüglich Meßgenauigkeit, Reproduzierbarkeit und Langzeitstabilität herangezogen werden. Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden zur Entwicklung neuer Auswertverfahren und Präparationstechniken herangezogen.

Der Einsatz eines Zentralrechners im Bereich der off-line Betriebsanalytik resultiert aus dem Entwicklungsstand der Prozeßrechner zum Zeitpunkt des Systementwurfs. Der Prozeßrechner PDP-11/40 mit dem damals neu auf dem Markt erschienenen Betriebssystem RSX-11D stellten damals bezüglich Kosten und Leistungsfähigkeit die günstigste Alternative.

Im Laufe der Systemerstellung wurde das Betriebssystem viermal gegen eine neuerschienene umfangreichere Version (RSX-11D, Vers. 4a, 4b, 6.1, 6.2) gewechselt. Die Massenspeicherkapazität des Zentralrechners PDP-11/40 wurde von der anfänglichen Konfiguration von 80K Worten Arbeitsspeicher und 3.6 Mio Worte Magnetplattenspeicher (3 RK05-Laufwerke) bedingt durch Erweiterungen des Betriebs- und Anwendersystems auf 128K Worte Arbeitsspeicher und 24 Mio Worte Magnetplattenspeicher (siehe Abschnitt 5.1) ausgebaut.

Jede Umstellung des Betriebssystems und jede Erweiterung der Hardwarekonfiguration bedingte eine Modifizierung der Anwendersoftware.

Die Verfügbarkeit des Datenverarbeitungssystems stieg von zeitweise weniger als 50 % während der Systemerstellung auf derzeit 95 % an. Die Gründe für die anfängliche niedrige Verfügbarkeit liegen einerseits in Frühausfällen der Rechnerhardware (Abbildung 100), die durch regelmäßige Vorbeuge-

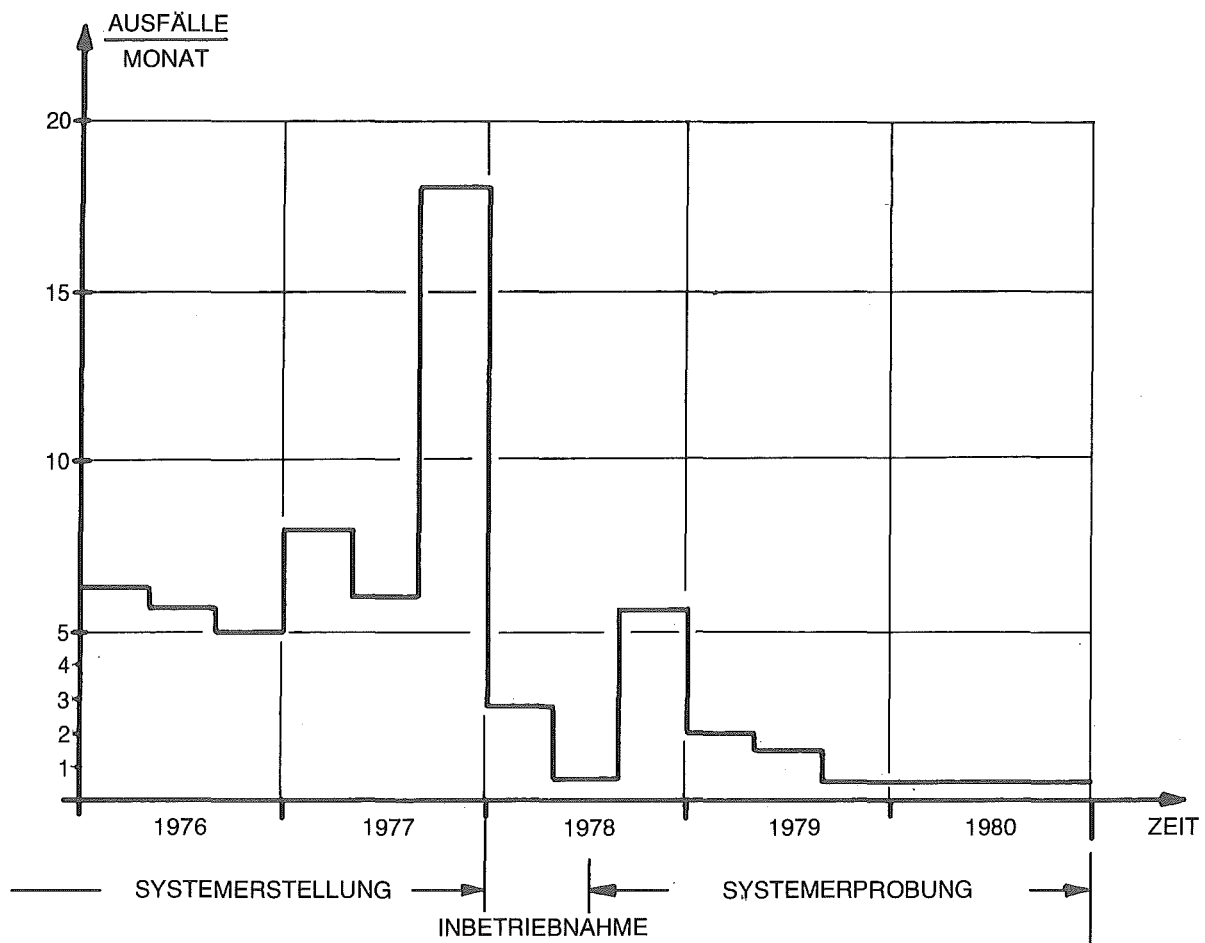


Abbildung 100: Mittlere Anzahl der Systemausfälle des Zentralrechners PDP-11/40

wartung drastisch reduziert werden konnten, andererseits in einer Überlastung des Rechnersystems in der Anfahrphase, die durch gleichzeitigen Betrieb des Anwendersystems mit Einweisung der Anwender und Arbeiten zur Softwareerstellung und Wartung gekennzeichnet war.

#### Negative Aspekte

Die Auslastung des Zentralrechners PDP-11/40 und des Betriebssystems hat in der jetzigen Konfiguration sowohl von der Echtzeitbelastung durch Taskverarbeitungsfolgen und Interruptbelastung bei Auflösung externer digitaler und analoger Signale als auch vom Umfang des Betriebs- und Anwendersystems ihren Grenzwert erreicht. Engpässe zeigen sich hier insbesondere während simultaner Erfassung von Daten mehrerer Experimente ab. Hier können bei gleichzeitigem Eintreffen von Meßdaten mehrerer Experimente, für die in der Interface-Hardware nur unzureichende Zwischenspeicherung möglich ist, zeitkritische Konstellationen auftreten, die zum Datenverlust führen.

Eine Erweiterung des Datenverarbeitungssystems durch on-line Anschluß zusätzlicher Experimente erscheint aus dieser Sicht nur bei gleichzeitiger Dezentralisierung des Rechnersystems durch Installation zusätzlicher, mit dem Zentralrechner gekoppelter Experimentrechner sinnvoll.

Im gegenwärtigen Ausbaustadium des Anwendersystems sind Fehlerbehandlung und präventive Datensicherung nur unzureichend gelöst. Korrekturen fehlerhafter Eintragungen in die dynamisch verwalteten Bereiche der Anwenderdateien (Proben-dateien, Magazinbelegungs- und Experimentbestellisten, Meßproben- und Parallelprobenpuffer) erfolgen auf einer zu niedrigen Ebene mittels der Task/File Patch System-Utility (ZAP) und führen leicht zu Folgefehlern.

Die präventive Datensicherung beschränkt sich auf regelmäßige Übertragung des Gesamtsystems auf einen Magnetplatten-speicher, so daß im Falle eines Rechnerausfalls die Anwen-



derdateien manuell restauriert werden müssen oder mit der Kopie des zuletzt gesicherten, jedoch nicht aktuellen Systems vorlieb genommen werden muß.

Das Anwendersystem, speziell die Datenorganisation, sind für den vorliegenden Anwendungsfall unter Berücksichtigung der Struktur des Analytikbetriebs und insbesondere der Leistungsfähigkeit der eingesetzten Betriebssysteme gestaltet worden.

Für Zwecke der Laborautomatisierung wäre künftig eine Untersuchung käuflicher Datenbanksysteme bezüglich Verwendbarkeit und Eignung für Aufgaben dieser Art sinnvoll.

Abweichend von den heutigen einfachen Möglichkeiten der graphischen Ein-/Ausgabe oder Funktionstasten, müssen die Anwender zur Handhabung dieses Systems die Bedienung von Terminals beherrschen.

#### Implementierung aus heutiger Sicht

Bei längerer Projektdauer besteht für den Bereich der Datenverarbeitung die Gefahr, während der Implementierung zu veralten. Dieses gilt mit Sicherheit, bedingt durch die schnelle Entwicklung der Datenverarbeitung, für eine Projektdauer von mehr als 5 Jahren. Es muß daher versucht werden, die Spezifikationen für Steuerung, Datenerfassung und -verarbeitung möglichst implementierungsunabhängig vorzunehmen und die Wahl des Rechner- und Betriebssystems möglichst spät vorzunehmen.

Zum Zeitpunkt des Implementierungsbeginns waren Rechner mit leistungsfähigen Betriebssystemen so teuer, daß der Einsatz experimentautarker Rechner im gegebenen finanziellen Rahmen nicht möglich war. So mußte das Zentralrechnersystem sowohl für die Analytikverwaltung als auch für die on-line Experimentdatenerfassung und Auswertung herangezogen werden. Die dabei befürchtete hohe Systembelastung trat ein.

Beim derzeitigen Preis-/Leistungsverhältnis im Bereich der Prozeßrechner wäre eine Ausstattung jedes Experimentes mit einem eigenen Rechner zur lokalen Steuerung, Datenerfassung und -verarbeitung finanziell tragbar.

Zu beachten bleibt dabei, daß die Gesamtorganisation der Analytik davon nicht betroffen wäre. Die jetzigen Schnittstellen behielten im wesentlichen ihre Gültigkeit, nur würde sich der Informationstransfer eines Kommunikationsnetzes bedienen.

Dieses Kommunikationssystem müßte auch für die Probenverteilung, Übermittlung gemeinsamer Experiment- und Kampagnendaten, Ergebnisspeicherung etc., kurz für alle zentralen Funktionen herangezogen werden.

Die Auswahl des CAMAC Interface Standards wäre auch aus heutiger Sicht zu befürworten.

Die Anwendersoftware könnte derzeit, bei Beibehaltung der PDP-11 Linie (insbesondere bei Einsatz von LSI11 Komponenten für Experimente) in ihren größten Teilen in FORTRAN IV abgefaßt werden. Die Entscheidung für diese Sprache ist weniger in deren Eigenschaft, sondern hauptsächlich in deren umfangreichen Unterstützung durch das Betriebssystem begründet. Außerdem sollte beachtet werden, daß für die Auswertesoftware, deren Anteil mehr als 50 % der Gesamtsoftware beträgt, FORTRAN gut geeignet ist.

Das Mensch-Maschinen-Interface könnte derzeit besser durch intelligente Terminals unterstützt werden, wodurch der Zentralrechner entlastet wäre. Deren Einsatz würde nicht nur zur Modularisierung der Systemfunktionen beitragen, sondern auch zu einer spürbaren Implementierungsvereinfachung führen. Andererseits könnten moderne graphische Ein-/Ausgaben und Einsatz von Funktionstasten die Bedienung, insbesondere für ungeübtes Personal, wesentlich erleichtern.

Während des Systementwurfs und der Systemerstellung hat sich der Mangel an Erfahrungen in der Laborautomatisierung von Wiederaufarbeitungsanlagen negativ bemerkbar gemacht. Da es bis zum heutigen Tage weltweit keine umfassenden EDV-unterstützten, im heißen Betrieb arbeitenden, kommerziellen Wiederaufarbeitungsanlagen gibt, konnte weder auf auswärtige Erfahrungen über Qualität und Wirksamkeit eines integrierten DV-Systems noch auf Orientierungshilfen zurückgegriffen werden.

Wichtige Randbedingungen für die Erstellung des Laborautomatisierungssystems waren intensive Einarbeitung der Datenverarbeiter in die Organisation, die Analysen- und Auswertungsverfahren der Analytik von Wiederaufarbeitungsanlagen sowie eine effektive Zusammenarbeit vor Ort zwischen Anwendern und Datenverarbeitern während der gesamten Projektphase.

13. LITERATURVERZEICHNIS

- /1/ Kaiser, G.  
Sicherheitsbericht für die halbtechnische Versuchsanlage  
JUPITER zur Wiederaufarbeitung bestrahlter HTGR-Brenn-  
elemente  
KFA-Jülich, März 1973
- /2/ Schäfer, L.; Wojtech, B.; Kaiser, G.; Merz, E.; Sckuhr, P.  
Development of Reprocessing Methods for HTGR Fuels  
AED-Conf.-71-100-22 (1971)
- /3/ Kaiser, G.; Wolf, J.  
Verfahrenstechnische Auslegung und apparative Ausstattung  
des chemischen Prozeßteils der Versuchsanlage JUPITER  
Interner Bericht KFA-JUP-1B-2/78
- /4/ Merz, E.  
Wiederaufarbeitung von Kernbrenn- und Brutstoffen  
Interner Bericht KFA-ICT-IB-418/77
- /5/ Ziegler, E.  
Angewandte Chemie 84 (1972), 371
- /6/ de Laffolie, H.; Thiemann, E.; Thomich, W.  
Arch. Eisenhüttenwesen 48 (1977), Nr. 1
- /7/ Brodda, B.-G.; Filß, P.; Litzow, W.; Merz, E.; Wenzel, U.  
Materialbilanzierung an der Jülicher Wiederaufarbeitungs-  
versuchsanlage JUPITER  
Zeitschrift Analytische Chemie 267 (1973), 281-286
- /8/ Übersetzungen - Kerntechnische Regeln  
Ausgabe 21/75
- /9/ Long, J.T.  
Engineering for nuclear fuel reprocessing  
Gordon and Breach Science Publishers Inc. 1967

- /10/ Brodda, B.-G.; Brandenburg, G.; Bürger, K.; Halling, H.;  
Heer, H.; Kirchner, H.; Lammertz, K.; Pütz, K.; Radu, G.;  
Schädlich, W.; Watzlawik, K.  
Process Control of the THTR Fuel Reprocessing Facility  
JUPITER  
Proceedings of the 5th Symposium "Computers in Chemical  
Engineering", Vysoky Tatry, CSSR (1977), 839-846
- /11/ Brodda, B.-G.; Kirchner, H.; Kroth, H.; Lammertz, H.;  
Schädlich, W.; Halling, H.; Bürger, K.; Watzlawik, K.  
Prozeßanalytisches Kontrollsystem für eine experimentelle  
THTR-Wiederaufarbeitungsanlage  
Proceedings of the 1st Annual Symposium on Safeguards und  
Nuclear Material Management (ESARDA), Brussels,  
April 25-27, 1979, p. 511
- /12/ Brodda, B.-G., Filß, P.; Kirchner, H.; Kroth, K.;  
Lammertz, H.; Schädlich, W.; Brocke, W.; Bürger, K.;  
Halling, H.; Watzlawik, K.-H.; Pütz, K.  
Prozeßanalytik am Beispiel einer THTR-Wiederaufarbeitungs-  
Versuchsanlage  
Fachseminar zur Wiederaufarbeitung und Entsorgung im Brenn-  
stoffkreislauf  
JÜL-Conf-30, Febr. 1979
- /13/ Kussel, V.  
Technik der Prozeßdatenverarbeitung  
Carl-Hauser Verlag, München, 1973
- /14/ Watzlawik, K.-H.; Brodda, B.-G.  
RADAR - Ein rechnerunterstütztes Laborautomatisierungs-  
system für Wiederaufarbeitungsanlagen  
Proceedings of the 2nd Annual Symposium in Safeguards and  
Nuclear Material Management, Edinburgh, Scotland,  
March 26-28, 1980, p. 87
- /15/ Digital Equipment Corporation  
PDP-11/40 Processor-Handbook 1972

- /16/ European Atomic Energy Community  
CAMAC - A Modular Instrumentation System for Data Handling  
EURATOM Report, EUR 4100E (1969)
- /17/ Brocke, W.  
Entwicklung eines automatischen Etikettenlesesystems  
KFA-Jülich 1978 (unveröffentlicht)
- /18/ Brodda, B.-G.  
Ermittlung von Eichfunktionen für die in-line Bestimmung  
von Uran und Thorium in verschiedenen Prozeßströmen der  
Wiederaufarbeitungs-Versuchsanlage JUPITER  
JÜL-968-CT, Juni 1973
- /19/ Watzlawik, K.-H.  
Ein Echtzeit-Datenerfassungs- und -Verarbeitungssystem zur  
Automatisierung des Analytikbetriebs einer Wiederaufarbeitungsversuchsanlage von HTR-Brennelementen  
JÜL-1633, Dezember 1979
- /20/ Brodda, B.-G.; Merz, E.  
Zeitschrift Analytische Chemie 273 (1975), 113-116
- /21/ Leibnitz, E.; Struppe, H.G.  
Handbuch der Gaschromatographie  
Verlag Chemie GmbH (1970)
- /22/ Schädlich, W.  
Betriebshandbuch für das Datenverarbeitungssystem der  
chemischen und kernphysikalischen Analytik beim Projekt  
JUPITER  
Interner Bericht KFA/ICT, 1978
- /23/ Brodda, B.-G.; Watzlawik, K.-H.; Herz, D.; Wenzel, U.  
X-Ray fluorescence, a tool for actinide control in nuclear  
fuel reprocessing  
Presented at the ESARDA-WGDA meeting in Rome,  
Nr. 25-26, 1980

- /24/ Watzlawik, K.-H.; Brodda, B.-G.  
Computerized X-Ray fluorescence in remote control of  
hazardous chemical processes, demonstrated for spent  
nuclear fuel reprocessing  
Presented at the 14th European Symposium on Computerized  
Control and Operations of Chemical Plants "CHEM CONTROL 81",  
Laxenburg, Austria, Sept. 8-11, 1981
- /25/ Brodda, B.-G.; Lammertz, H.; Maselter, H.; Vieth, J.  
Kerntechnik 19 (1977), 433
- /26/ Brodda, B.-G.  
Siemens Review XXXVIII (1971), 22
- /27/ Gärting, R.  
Interner Bericht KFA-ICT-410-IB-77
- /28/ Filß, P.; Kirchner, H.  
Process control in fuel reprocessing applying destructive  
and non-destructive nuclear physics determination tech-  
niques  
Proceedings of the 21st Conference on Analytical Chemistry  
in Energy Technology,  
Oct. 4-6, 1977, p. 258-265, Gatlinburg, Tennessee
- /29/ Brandenburg, G.; Brocke, W.; Brodda, B.-G.; Bürger, K.;  
Halling, H.; Heer, H.; Kirchner, H.; Pütz, K.;  
Schädlich, W.; Watzlawik, K.-H.  
Laborautomatisierung der chemischen und kernphysikalischen  
Analytik für eine Wiederaufarbeitungs-Versuchsanlage  
Interner Bericht KFA-ICT-ZEL/NE





### Danksagung

Die direkt mit der Ausarbeitung von "RADAR" befaßten Mitarbeiter möchten an dieser Stelle Herrn Dr. Theenhaus und Herrn Dr. Schröck-Vietor für die stetige Förderung und Beobachtung der Arbeitsfortschritte danken.

Des weiteren möchten sie an dieser Stelle den beteiligten Institutsleitern, Herrn Prof. Merz (ICT) und Herrn Dr. Müller (ZEL), danken, die durch viele Ratschläge und aktive Unterstützung den erfolgreichen Abschluß der Arbeiten ermöglicht haben.

Nicht unerwähnt soll auch das ihnen entgegengebrachte Verständnis seitens des Projektleiters, Herrn Dr. Kaiser, bleiben.

